



Inovace držáku rádia automobilu

Diplomová práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T010 – Inovační inženýrství
Autor práce: **Bc. Milan Štípek**
Vedoucí práce: Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.





Innovation of the car radio holder

Master thesis

Study programme: B2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 3909T010 – Innovation Engineering
Author: **Bc. Milan Štípek**
Supervisor: Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.



ORIGINÁLNÍ ZADÁNÍ

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mého ročníkového projektu pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jeho využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 8. 4. 2019

Bc. Milan Štípek

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval mému vedoucímu práce Prof. Ing. Ladislavu Ševčíkovi, CSc. za obětavý přístup při vedení této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při celém studiu.

Abstrakt

Předmětem této práce je inovace držáku rádia umístěného v automobilu ve středním panelu palubní desky. Inovovaný produkt musí být uchycený za úchytné body s horní roztečí 224 mm a spodní roztečí 336 mm. Dále musí mít také sníženou hmotnost, dostatečnou tuhost a odolnost proti tepelnému zatížení se zvyšující se variabilitou. Dále se předpokládá sériová výroba.

Tato práce se zabývá systematickými metodami aplikovaných na inovovaný produkt. Obsahuje rozbor trendů, inovační příležitosti, generování čtyř konceptů, výběr konceptů podle zvolených kritérií, rozbor DFX, hodnotovou analýzu, metodu FMEA a ekonomické zhodnocení se srovnáním s konkurenčními výrobky doprovázených výkresovou dokumentací.

Klíčová slova:

Inovace, rádio, systematické metody, automobil

Abstract

The subject of this work is the innovation of the radio holder located in a car in the middle panel of the dashboard. The innovated product must be fastened to gripping points with an upper pitch of 224 mm and a bottom pitch of 336 mm. Moreover, it must have reduction of weight sufficient stiffness and resistance to heat load with increasing variability. Furthermore, serial production is expected.

This work deals with the systematic methods applied to the innovative product. It includes trend analysis, innovation opportunities, generating four concepts, selecting concepts according to selected criteria, DFX analysis, value analysis, FMEA, and economic evaluation compared to competing products accompanied by drawing documentation.

Keywords:

Innovation, radio, systematic methods, car

Obsah

Úvod	13
1 Cíl práce	15
2 Řízení práce	16
2.1 LRM	16
2.2 Síťový diagram	16
3 Rešerše	17
3.1 Historie	17
3.2 Rozdělení	17
3.2.1 1 DIN	17
3.2.2 1.5 DIN	18
3.2.3 2 DIN	18
3.2.4 S výsuvným LCD	18
3.2.5 Specifická OEM	19
3.3 Budoucnost	20
4 Systematická analýza	21
4.1 Identifikace trendů	21
4.2 Inovační příležitosti	24
4.3 Inovační prohlášení	25
5 QFD	26
5.1 Identifikace zákaznických potřeb	26
5.2 Stanovení výrobních specifikací	26
5.3 QFD matice	27
6 Generování konceptu	28
6.1 Modelování inovačního problému – Funkční analýza	28
6.2 Search	29
6.2.1 Metody vyhledávání	29
6.2.2 Rozbor patentů	29
6.3 Kreativita – 40 invenčních principů	32
7 Vygenerované koncepty	33
7.1 Variabilní držák pro chytré zařízení	33
7.2 Varianta 2 – Sklopné sklíčko s nastavitelným úchytem pro chytré zařízení	35
7.3 Varianta 3 – Teleskopický otočný držák	36
7.4 Varianta 4 – Bezpečnostní zabudovaná schránka	38

8	Výběr konceptu	39
8.1	Postup metody AHP	39
8.2	Výběr výsledného konceptu	39
8.2.1	Souhrn konceptů.....	39
8.2.2	Zvolená kritéria	39
8.2.3	Volba výsledné varianty	39
8.2.4	Celkové priority s výsledným pořadím.....	40
9	DFX.....	41
9.1	DFA Lucas	41
9.1.1	Analýza DFA pomocí metody Lucas (původní návrh řešení).....	41
9.1.2	Analýza DFA pomocí metody Lucas (nový návrh řešení).....	43
9.2	Vliv metody DFX na náklady	43
9.3	DFM – Design For Manufacturing.....	44
9.4	DFD – Design for Disassembly.....	46
9.5	DFT - Design for Testability	47
9.6	Design For Trouble Free And Reliability	47
10	Hodnotová analýza.....	48
10.1	Nákladový list	48
10.2	Základní a sekundární funkce.....	48
10.3	Nákladově funkční matice	49
10.4	Náklady na plnění funkce	50
10.5	Pool pro náměty	51
11	FMEA.....	52
12	Simulace	54
12.1	PV1200	54
12.1.1	Úvod	54
12.1.2	Vliv creepu.....	55
12.1.3	Vyhodnocení vzhledových spár	57
12.2	Silové zatížení	58
12.3	Modální analýza	60
13	Ekonomické zhodnocení.....	62
13.1	Vlastní náklady na výrobku.....	62
13.2	Další položky pro stanovení konečné ceny pro zákazníka	64
13.3	Srovnání s konkurencí.....	64
14	Závěr	66
	Seznam použité literatury	68

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Rozpad komplexního držáku rádia	13
Obrázek 2 – Komplexní držák v složeném stavu	13
Obrázek 3 – Síťový diagram.....	16
Obrázek 4 – 1 DIN rádio [8].....	17
Obrázek 5 – 1,5 DIN rádio [9]	18
Obrázek 6 – 2 DIN rádio [10].....	18
Obrázek 7 – Rádio s výsuvným LCD [11]	19
Obrázek 8 – Tesla Model S se 17“ panelem [12].....	19
Obrázek 9 – Volvo XC90 vision [13]	20
Obrázek 10 – BMW vision [14]	20
<i>Obrázek 11 – Tendenci růst uživatelů chytrých zařízení [21].....</i>	<i>23</i>
Obrázek 12 – Meziroční růst prodeje tabletů [22]	23
Obrázek 13 – Náčrt patentu č. 1 [16]	29
Obrázek 14 – Náčrt patentu č. 2 [17]	30
Obrázek 15 – Náčrt patentu č. 3 [18]	30
Obrázek 16 – Náčrt patentu č. 4 [19]	31
Obrázek 17 – Náčrt patentu č. 5 [20]	31
Obrázek 18 – Pohled na variabilní držák zepředu	33
Obrázek 19 – Pohled na variabilní držák ze zadu.....	34
Obrázek 20 – Pohled na uchycený smontovaný držák	34
Obrázek 21 - V levé části je vidět způsob uchycení sklíčka. Vpravo je mírně sklopené sklíčko s vodorovně uloženým zařízením	35
Obrázek 22 – Prostor umožňující uchycení SP pomocí zásuvných lišt.....	35
Obrázek 23 – Pohled na teleskopický držák v zajištěném stavu	36
Obrázek 24 – Rozevírací mechanismus s teleskopickým ramenem	37
Obrázek 25 – Hlavní statická základna.....	37
Obrázek 26 – Řez držákem s umístěným zamykacím prostorem	38
Obrázek 27 – Sklopný mechanismus s bezpečnostním prostorem.....	38
Obrázek 28 – Zakótované žebro - ilustrační obrázek [23].....	44
Obrázek 29 – Podkos – ilustrační obrázek [23]	45
Obrázek 30 – Úkos využitý pro uchycení nabíječky pro SP	45
Obrázek 31 – Rozmístění magnetů	45
Obrázek 32 – Negativ nesymetrického kolíku.....	46

Obrázek 33 – Transparentní část vyrobená bikomponentním vstřikováním	46
Obrázek 34 – Šroubové spojení	47
Obrázek 35 – Náklady na plnění funkce	51
Obrázek 36 – <i>Cyklus creepové zkoušky</i>	54
Obrázek 37 – <i>Definování tepelného zatížení (vlevo), způsob uchycení – žluté body (vpravo)</i>	55
Obrázek 38 – Vliv creepu – posunutí v ose X	55
Obrázek 39 – Vliv creepu – posunutí v ose Y	56
Obrázek 40 – Vliv creepu – posunutí v ose Z	56
Obrázek 41 – <i>Magnituda vlivu creepu</i>	57
Obrázek 42 – <i>Oblast vyhodnocení spáry</i>	57
Obrázek 43 – <i>Diagram změny spár/ přesahů na stavu - vliv creepu</i>	58
Obrázek 44 – <i>Zatížení silou 100 N a způsob uložení – žluté body</i>	58
Obrázek 45 – <i>Ekvivalentní plastické přetvoření</i>	59
Obrázek 46 – <i>Posunutí při maximálním zatížení</i>	59
Obrázek 47 – <i>Zbytková deformace po odlehčení</i>	60
Obrázek 48 – <i>První vlastní frekvence</i>	61
Obrázek 49 – <i>Druhá vlastní frekvence</i>	61
Obrázek 50 – <i>Třetí vlastní frekvence</i>	61

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Logická rámcová matice	16
Tabulka 2 – Seznam trendů	21
Tabulka 3 – Počet uživatelů chytrých telefonů (v milionech) [21]	22
Tabulka 4 – Inovační příležitosti	24
Tabulka 5 – Inovační prohlášení.....	25
Tabulka 6 – Potřeby zákazníků	26
Tabulka 7 – Výrobní specifikace	26
Tabulka 8 – QFD matice	27
Tabulka 9 – Funkční analýza.....	28
Tabulka 10 – Matice párového porovnání kritérií	39
Tabulka 11 – Normálová matice kritérií	40
Tabulka 12 – Relativní priority podle kritérií	40
Tabulka 13 – Vyhodnocení priorit konceptů.....	40
Tabulka 14 – Původní návrh.....	41
Tabulka 15 – Nový návrh.....	43
Tabulka 16 – Seznam položek nákladového listu	48
Tabulka 17 – Základní a sekundární funkce	49
Tabulka 18 – Nákladová funkční matice	50
<i>Tabulka 19 – Seznam vlastních frekvencí</i>	<i>60</i>
Tabulka 20 – Výdaje na součástky	62
Tabulka 21 – Výdaje na přímé mzdy	63
Tabulka 22 – Ostatní přímé náklady.....	63
Tabulka 23 – Porovnání s konkurenčními výrobky	65

Seznam zkratek

E	[MPa]	Modul pružnosti
μ	[-]	Poissonova konstanta
ρ	[g/cm ³]	Hustota
α	[1/K]	Součinitel teplotní roztažnosti
T	[°C]	Teplota
SS		Start to start (Vazba začátek – začátek)
FF		Finish to finish (Vazba konec – konec)
FS		Finish to start (Vazba konec – začátek)
SP		Smartphone (Chytrý telefon)
SW		Smartwatch (Chytré hodinky)

Seznam příloh

Příloha 1 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Bezpečnost

Příloha 2 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Bezpečnost

Příloha 3 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Údržba

Příloha 4 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Údržba

Příloha 5 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Kompatibilita

Příloha 6 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Kompatibilita

Příloha 7 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Montáž

Příloha 8 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Montáž

Příloha 9 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Vyrobitelnost

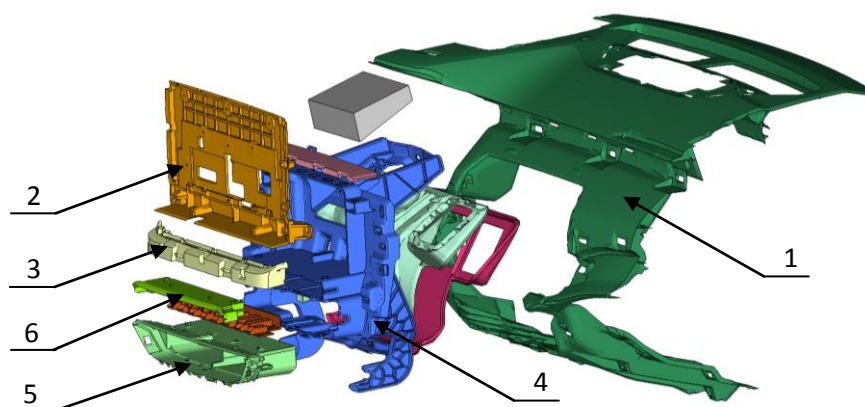
Příloha 10 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Vyrobitelnost

Úvod

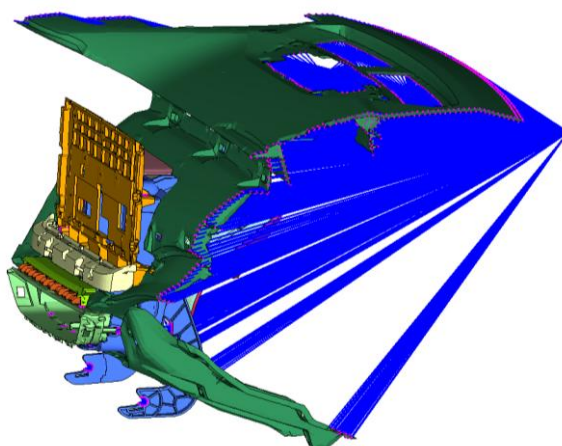
Současné řešení uložení komplexního držáku rádia se skládá z klimatizační jednotky (5, 6) a držáku rádia (multimediálního obrazovky), který je rozdělený do dvou částí na podpůrnou část vodorovnou a zadní upevňovací část (2, 3). Na středním upevňovacím držáku jsou upevněné jednotlivé komponenty držáku rádia a průduchů klimatizace (4). V okolí komplexního držáku je naznačena palubní deska (1).

Funkcí komplexního držáku je držet multimediální obrazovku a umožňovat průchod vzduchu přes průduchy.

Uložení současného komplexního držáku:



Obrázek 1 – Rozpad komplexního držáku rádia



Obrázek 2 – Komplexní držák v složeném stavu

Pro danou soustavu byly stanoveny výhody i nevýhody konstrukce, funkcí, designu apod.

VÝHODY

- Dostatečná tuhost
- Obsahuje průduchy pro klimatizaci
- Moderní vystouplý displej
- Dotykový displej

NEVÝHODY

- Rychlé zastarávání softwaru
- Pomalá reakce na vývoj trhu
- Vysoká cena zařízení (navigace bývá za příplatek)
- Vestavěné zařízení s vysokou cenou zvyšuje pravděpodobnost loupeže
- Absence plnohodnotné kompatibility (systém CarPlay a Android Auto v současné době nejsou podporovány v ČR [25])
- Chybí ochrana
- Neodnímatelný displej

Definované výhody by měly být zachovány a nevýhody odstraněny, popřípadě eliminovány. Pro naplnění těchto předpokladů využijí systematických metod inovačního inženýrství a metod systematické kreativity.

1 Cíl práce

Cílem této práce je inovace držáku rádia ve středním panelu palubní desky, na kterém je umístěno multifunkční zařízení. Držák, popřípadě inovované zařízení, musí být kompatibilní se současnými úchytnými body. Při inovaci je potřeba dodržet rozteč horních úchytných bodů: 226 mm a rozteč spodních úchytných bodů: 336 mm. Inovace musí zvyšovat variabilitu a redukovat hmotnost se zachováním tuhosti. Zároveň by měly být odstraněny popřípadě eliminovány nevýhody a zachovány výhody. Mezi nevýhody spadá vysoká cena zařízení (doprovázená vysokou cenou navigace, která nebývá obsažena v multifunkčním panelu – pouze za příplatek), pomalá reakce na vývoj trhu, rychlé zastarávání systému (drahé aktualizace), vestavěné zařízení zvyšuje pravděpodobnost loupeže, zlepšení kompatibility, popřípadě neodnímatelnost displeje. Dále se předpokládá sériová výroba.

Držák je tvořen několika součástmi, které mají funkci držet multimediální zařízení a součástmi zajišťující průchod vzduchu od klimatizační jednotky. Komplexní sestava je obklopena palubní deskou.

Nejprve bude proveden detailní rozbor autorádií, která se aktuálně vyskytují v nabídce automobilek a poté projekci do budoucnosti. Inovace bude provedena pomocí aplikování systematických metod. Systematické metody se zabývají rozbořem trendů v daných oblastech, stanovením inovačních příležitostí a definováním inovačního záměru. Následuje generování konceptu rozděleného na identifikaci zákaznických potřeb, stanovení výrobních specifikací, QFD matici, modelování inovačního problému, patentový rozbor a na inspiraci 40 invenčními principy. Dále se systematické metody zabývají představením vybraných konceptů s následnou volbou nejvhodnější varianty pomocí metody AHP se zvolenými kritérii. U zvolené varianty musí být vytvořen vybraný výrobní výkres s celkovou sestavou. Na vybraném konceptu bude proveden rozbor pomocí DFX a hodnotová analýza. Dále bude aplikována metoda FMEA a provedena simulace na cyklické tepelné zatížení, zatížení silou a modální analýzu. Na závěr bude stanovena výsledná cena produktu pro koncového zákazníka, která bude porovnána s konkurenčními produkty.

2 Řízení práce

2.1 LRM

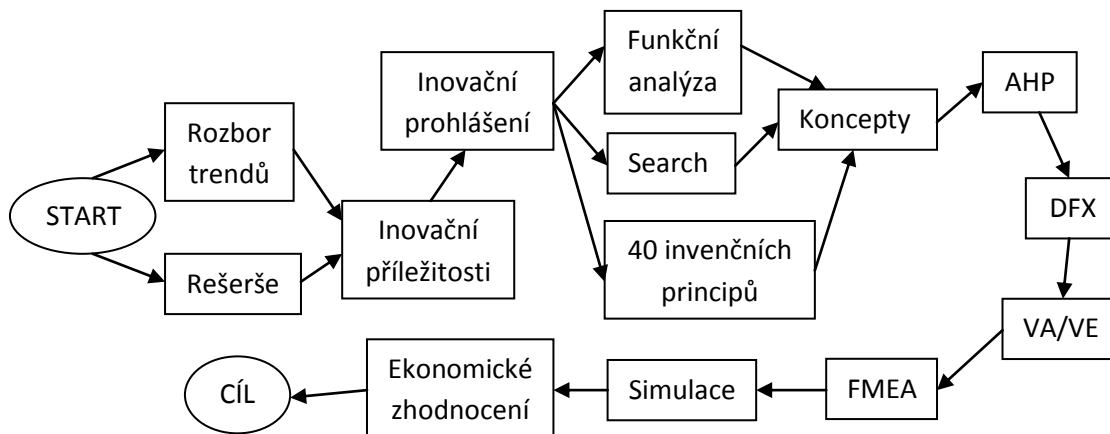
Logická rámcová matice je metoda využívaná především pro zahájení a stanovení strategie při řízení projektů. Obsahuje přehled o smyslech, cílech a strategiích projektu a zároveň by měla ve stručné, ale velmi výstižné formě sdělit stěžejní informace i nezasvěceným. [2]

Tabulka 1 – Logická rámcová matice

Popis	Objektivně ověřené ukazatele	Prostředky ověření	Externí předpoklady
Záměr: Zvýšení komfortu řidiče Snížení hmotnosti Snížení nákladů Odstranění nevýhod	Zpětná reakce zákazníků Změření hmotnosti Ekonomické zhodnocení Výsledky simulace	Kompletní cena Katalog Recenze	
Cíl: Inovace držáku rádia, který provedu za dobu navazujícího studia pomocí systematických metod	Konstrukční návrh s výkresy	Diplomová práce	Marketing návrh nepoužije Nedostatečné pochopení myšlenky
Výstupy: Vygenerované koncepty	4 koncepty 1 výsledný koncept	Výkresová dokumentace Simulace Ekonomické zhodnocení	Ztráta dat
Činnosti: Rozbor trendů Generování konceptu DFX Hodnotová analýza Ekonomické zhodnocení	Zdroje: Scripta, přednášky INI Projektování procesů, Systematická kreativita Web Patentová databáze	Náklady: Nespecikováno	Vývoj trendů odlišným směrem Vývoj ceny komponent

2.2 Síťový diagram

Metoda je také označována jako síťový graf typu EIN (Event In Node). Tento typ síťového diagramu slouží jako jednoduchý nástroj pro zobrazení vazeb mezi úkoly a jejich časové posloupnosti. Propojení činností je zprostředkováno pomocí šipek. Není zde však možné využít vazby typu SS, FF a FS. [2], [3]



Obrázek 3 – Síťový diagram

3 Rešerše

3.1 Historie

Jedno z prvních autorádií se objevilo ve 20. letech minulého století ve Spojených Státech Amerických. Tato rádia se vyskytovala pouze v malých sériích. Větší série byly montovány od roku 1929 do vozů Paul Galvin. V Evropě bylo představeno první autorádio v roce 1932 předchůdcem firmy Blaupunkt. Rádia fungovala na elektronkovém principu. V roce 1961 následovalo první transistorové rádio. První digitální displej byl představen v roce 1979 a první CD přehrávač implementovaný do autorádia v roce 1985. [7]

3.2 Rozdělení

V současné době jsou dostupné dva typy rádií. Jeden typ s normalizovaným rozměrem, který je označován jako DIN (Deutsches Institut für Normung), ve velikostech - 1 DIN, 1,5 DIN a 2 DIN a druhý typ se specifickým rozměrem (vestavěná rádia), který je uzpůsobený okolní zástavbě (palubní desce). Normalizovaná rádia jsou definovaným standardem DIN 75490. Tento standard definuje šířku a výšku zařízení. [5], [6]

3.2.1 1 DIN

1 DIN rádia byla používána především v 90. letech a měla výhradně funkci přijímání a ovládání rádia v analogové kvalitě. V současné době se 1 DIN rádiím přidávají sekundární funkce jako vstup USB (pro datové spojení s USB flash diskem), vstup AUX (pro přehrání hudby z telefonu) a bezdrátové propojení Bluetooth (pro přehrání zvuku ze vzdáleného zařízení). Trendem jsou 1 DIN rádia s přijímačem digitálního signálu s vestavěnou navigací. Pevným rozměrem je šířka 188 mm a výška 59 mm. Hloubka není definována, což způsobuje problémy s kompatibilitou. [5], [6]



Obrázek 4 – 1 DIN rádio [8]

3.2.2 1.5 DIN

Jedná se o rádio s přechodnými vnějšími rozměry mezi 1 DIN a 2 DIN. Vyskytuje se pouze výjimečně. [5]



Obrázek 5 – 1,5 DIN rádio [9]

3.2.3 2 DIN

2 DIN je novější generací verze 1 DIN. Pevné vnější rozměry jsou standardizovány šířkou 180 mm a výškou 100 mm). Na rozdíl od 1 DIN rádia je velký a přehledný dotykový LCD displej podstatnou výhodou. [5], [6]



Obrázek 6 – 2 DIN rádio [10]

3.2.4 S výsuvným LCD

Rádio s výsuvným LCD využívá uložení 1 DIN s funkcí vysouvání LCD ve velikosti 2 DIN. Jedná se o dotykovou obrazovku s různými typy operačních systémů (CarPlay, Android Auto). [5], [6]



Obrázek 7 – Rádio s výsuvným LCD [11]

3.2.5 Specifická OEM

Specifická rádia nemají standardizované vstupní parametry. Konstrukce upevnění je dána především okolní zástavbou - palubní deskou, průduchy na ventilaci, případně tlačítka na ovládání přídatných funkcí automobilu. [5], [6]

Jedno z nejpokročilejších řešení využívá automobilka Tesla © u modelu S, kde zakomponovala 17“ displej do středového panelu palubní desky. Jedná se v současné době o jedno z největších vestavěných multimediálních zařízení použitých v automobilech. Konstrukce je tvořena tak, aby řidič neměl snížené zorné pole. Průduchy odvětrávání jsou umístěny hned vedle obrazovky v horní části. Ovládání panelu je čistě dotykové.



Obrázek 8 – Tesla Model S se 17“ panelem [12]

3.3 Budoucnost

Trendy v oblasti vestavěných dotykových zařízení se specifickými rozměry lze analyzovat z představených koncepčních vozů, eventuálně ze skic označených „vision“.

Koncept nového Volvo XC90 © se zaměřuje především na veliký 25“ displej před spolujezdcem a menší displej ve spodní části středního panelu. Pravděpodobně se jedná o vlastní odnímatelné zařízení, které slouží k ovládání multimédií.



Obrázek 9 – Volvo XC90 vision [13]

Koncept automobilky BMW © představil vizi holografického interaktivního panelu nazývaný HoloActive Touch. Panel zabírá kompletně celý prostor pod zorným polem řidiče.



Obrázek 10 – BMW vision [14]

4 Systematická analýza

4.1 Identifikace trendů

Zde jsou znázorněny trendy, které na první pohled nemusejí přímo souviset s danou oblastí. Můžou ale sloužit jako idea, která pomůže narušit vektor psychologické setrvačnosti. [1]

Ekonomika	NFC platba	Kryptoměna	Bezúdržbové	UBER	Sdílení automobilů
	Průmysl 4.0	Snižování hmotnosti při zachování tuhosti			
Ekologie	Způsob recyklace	Ekologické limity	Biorozložitelné	Materiál nezatežující ž.p.	Bezodpadová t.
	Omezování emisí				
Technologie	Chytré telefony	3D tisk	Chytré hodinky, náramky	Autonomní systém	Tablety
	Ambientní osvětlení	Lokální hotspot	NFC Tag	Bezdrátové nabíjení	Dotykové ovládání
	Asistenční systémy	Head-up display	Ovládání hlasem	Bezpečnostní prvky	Konektivita
	Holografická projekce	Panely přes celou palubní desku	Smart glasses	Nanopodložka	
Životní styl	Využití sluneční energie	Využití obnovit. zdrojů	Biomimetika	Sociální sítě	
Legislativa	PV1200				

Tabulka 2 – Seznam trendů

Ze seznamu trendů jsem se zaměřil především na oblasti, které mají z mého pohledu největší potenciál pro aplikování na inovační záměr.

Chytré telefony obsahují rozsáhlé množství funkcí, které jsou využitelné přímo v automobilech. Mimo jiné disponují také velkou dotykovou obrazovkou s minimálními okraji, což zajišťuje lepší poměr velikosti displeje a hmotnosti. Po stránce hardwarové jsou v mnoha ohledech srovnatelné se současnými multimediálními zařízeními

používaných v automobilech. Velká část chytrých telefonů disponuje hodnotně vybaveným hardwarem s nemalým úložištěm (až 2 Tb) a do budoucna i bezdrátovým dobíjením (nyní jen ve vyšší střední a vyšší třídě chytrých telefonů). Také proto se prosazuje snaha o co možná největší zapojení, popřípadě kompatibilitu s automobilovým průmyslem. Tato snaha souvisí především s mírou rozšíření chytrých telefonů ve světě viz tab. č. 3.

Č.	Země	Rok					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
1.	Čína	436.1	519.7	574.2	624.7	672.1	704.1
2.	USA	143.9	165.3	184.2	198.5	211.5	220.0
3.	Indie	76.0	123.3	167.9	204.1	243.8	279.2
4.	Japonsko	40.5	50.8	57.4	61.2	63.9	65.5
5.	Rusko	35.8	49.0	58.2	65.1	71.9	76.4
6.	Brazílie	27.1	38.8	48.6	58.5	66.6	71.9
7.	Indonésie	27.4	38.3	52.2	69.4	86.6	103.0
8.	Německo	29.6	36.4	44.5	50.8	56.1	59.2
Celosvětově		1311.2	1639.0	1914.6	2155.0	2380.2	2561.8

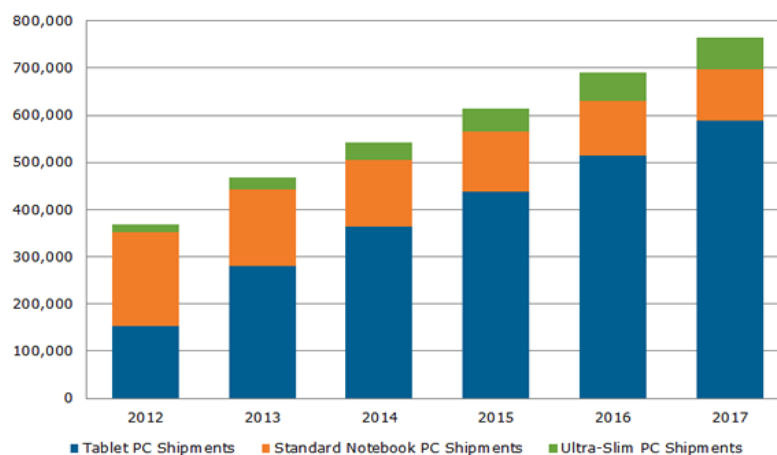
Tabulka 3 – Počet uživatelů chytrých telefonů (v milionech) [21]

V posledních 6 letech je znatelný enormní nárůst uživatelů chytrých telefonů a lze očekávat obdobný trend i v budoucnu. Tendenčního růstu si lze povšimnout na obr. č. 11.



Obrázek 11 – Tendenční růst uživatelů chytrých zařízení [21]

Lze říci, že tablety mají větší potenciál v automobilovém průmyslu vzhledem k vizím jednotlivých automobilek, kde je snaha o maximální zaplnění prostoru pod zorným polem řidiče dotykovými panely viz obr. 9, 10. Tendenční nárůst prodeje je viditelný na diagramu oproti poklesu běžných notebooků.



Obrázek 12 – Meziroční růst prodeje tabletů [22]

Chytré hodinky a náramky zažívají značný nárůst v posledních 4 letech. Jejich hlavní funkce mimo zobrazení času je předávat informaci nebo reagovat na příchozí notifikace ze synchronizovaného chytrého telefonu. Přítomnost chytrého telefonu v blízkosti hodinek je téměř nezbytná pro plnohodnotné využití jejich potenciálu. Chytré hodinky jsou vybaveny několika senzory pro GPS lokaci, zaznamenání tepu, gyroskop apod. Způsob dobíjení směřuje k bezdrátové technologii (některé typy mají funkci bezdrátového dobíjení). Snaha bude zakomponovat zmíněné trendy do inovovaných konceptů.

4.2 Inovační příležitosti

Na základě rozboru trendů se naskytlo několik inovačních příležitostí, které jsou zaznamenány v tab. č. 5. Následně jsou popsány vybrané příležitosti.

Tabulka 4 – Inovační příležitosti

Inovační příležitosti				
Úchytný držák pro chytrá zařízení	Bezdrátové dobíjení	Snazší výroba (více dílů)	Kamufláž	Bezpečnostní systém
Nano-podložka	Sklopný systém	Modulární výměnný držák	Zamykací prostor	Dobíjení chytrých hodinek
Snížit hmotnost (topologická optimalizace)	LED pásek (ambientní osvětlení)	Nafukovací stolek	NFC Tag	Zesilovač signálu (tunel)
Integrovaná kamera (na desce s displejem)	Sklopné sklíčko	Trezor (bezpečný prostor)	Internet (lokální hotspot)	

Víceúčelové multifunkční úchytné zařízení bylo zahrnuto do příležitostí kvůli vysoké rozšířenosti uživatelů chytrých zařízení (viz tab. č. 3). Zabudované zařízení umístěné v oblasti středního panelu na palubní desce pro uchycení vlastního zařízení se aktuálně v nabídce automobilek nevyskytuje. Zařízení disponují četnými plnohodnotnými funkcemi, které nahrazují funkci rádia (multifunkčního panelu).

Možnost přímého dobíjení bezdrátovým způsobem - Bezdrátové dobíjení.

Materiály zabraňující samovolnému uvolnění při přetížení – akceleraci (popř. přímému zatížení při opření o součást) - Nanopodložka.

Se zvyšující se četností využívání autonomních systémů nastává předpoklad, že se nebudeme muset plně věnovat řízení. Naskytá se příležitost vytvořit produkt, který bude nadčasový a bude poskytovat možnost, jak efektivněji využít čas strávený za volantem (práce, zábava) - Sklopný systém.

Trendem v oblasti simulací je využití nástroje pro vytvoření takzvaného efektivního modelu topologickou simulací. Nejdříve je potřeba vymezit místa, která musejí být zachována (např. okolí děr pro šrouby, místa s umístěnými okrajovými podmínkami a další místa, která zajišťují funkčnost soustavy). Výstupem z TO je odebrání přebytečného materiálu, který neměl žádný vliv na tuhost soustavy. Dále

došlo k označení částí, které jsou přechodné (s těmito místy je nutné zacházet obezřetně) a zároveň místa, která jsou nezbytná pro tuhost soustavy. Výstupem je model s efektivně rozloženým materiálem, který slouží jako doporučení pro konstruktéra. Tento doporučený stav je nyní upraven konstruktérem tak, aby byla zajištěna výrobitelnost. Topologická optimalizace je spojována s aditivní výrobou, kde lze vyrobit téměř libovolnou geometrii. Pro funkční výrobky se používá aditivní technologie SLM (Selective Laser Melting), která využívá princip nanášení vrstev prášku s následným natavováním. [24] Poté je žádoucí provést testy nového stavu a zjistit správnost topologické optimalizace.

Velký potenciál vidím v NFC tagu, který lze využít v podobě nálepky umístěné na snadno dostupném místě. NFC tag lze nakonfigurovat podle přání uživatele a tím zvýšit uživatelský komfort. Po přiblížení zařízení podporující NFC technologii k NFC tagu dojde k nakonfigurování zařízení na přednastavené stavy (např. zapnutí aplikace navigace, zvýšení jasu, zapnutí mobilních dat a mnoho dalších).

Bezpečnostní schránka - Zvyšující se četnosti kriminality (popř. terorismu) je kladen stále větší důraz na bezpečnost. Inovace zahrnuje prostor v autě, který je zabezpečen a zároveň je v bezprostředním dosahu řidiče. Jedná se o uzamknutý prostor (malý trezor) za sklápěcím monitorem, který by mohl být využit pro uchování zbraně, cenných věcí, popřípadě peněz.

Vestavěné zařízení s průhledným sklem, na které je promítán obraz z chytrého zařízení (popř. navigace). Pasažérovi nesnižuje zorné pole díky průhlednosti. Dále promítá pouze nezbytně nutné informace pro navigaci a neoslňuje řidiče světlem z displeje.

4.3 Inovační prohlášení

Tabulka 5 – Inovační prohlášení

Popis inovovaného výrobku	Cílem je inovace držáku rádia zakomponováním chytrého zařízení kompatibilního se současnými úchytnými body
Klíčové obchodní cíle	Rozšířit portfolio nabízených variant o novou, levnější variantu interiérových dílů
Primární trh	Automobilový průmysl
Předpoklady	Stejný tendenční růst využívání chytrých telefonů, tabletů a podobných chytrých zařízení
Omezení	Uložení, stálý design při tepelném namáhání

5 QFD

5.1 Identifikace zákaznických potřeb

Zákaznické potřeby byly zjištěny konzultací s lidmi využívající pravidelně automobilový prostředek. Způsobů pro zjištění zákaznických potřeb je celá řada. (Např. Brainstorming, konzultace s experty, formou dotazníků. [1])

Tabulka 6 – Potřeby zákazníků

č.	Potřeby zákazníků
1	Snadná obsluha
2	Bezpečnost při používání
3	Snadná konfigurace do stavu užití v automobilu
4	Kompatibilita
5	Využití zařízení, které vlastním
6	Dobíjení vlastního zařízení
7	Přívětivý vzhled
8	Odolnost proti poškození
9	Zachovat zorný úhel
10	Uchycení chytrých hodinek s dobíjením
11	Uchycení pomocí jedné ruky
12	Nízká cena
13	Plnohodnotné využití aplikací
14	Podsvícení pro nižší námahu očí
15	Uchycení zařízení i s větší úhlopříčkou

5.2 Stanovení výrobních specifikací

Měřitelné veličiny úzce souvisí s potřebami zákazníků. [1]

Tabulka 7 – Výrobní specifikace

č.	Výrobní specifikace	Jednotky
1	Hmotnost	[kg]
2	Modul pružnosti	[GPa]
3	Tepelná roztažnost	[1/K]
4	Zaoblení hran	[mm]
5	Podélný rozměr	[mm]
6	Maximální úložný rozměr	[mm]
7	Minimální úložný rozměr	[mm]
8	Výška přesahující úroveň palubovky	[mm]
9	Plasticita, elasticita	[-]
10	Transparentnost	[%]

5.3 QFD matice

Pomocí matice QFD transformujeme zákaznické potřeby na měřitelné parametry. Ve svislém sloupci se nachází seznam zákaznických potřeb s váhou o stupnici 1 až 10 kde hodnota 10 je nejdůležitější potřeba. Ve vodorovném sloupci jsou měřitelné veličiny, které úzce souvisí s potřebami zákazníků. V horní části je znázorněna vzájemná korelace. Výstupem z QFD jsou hodnoty, které kvantifikují důležitost parametru. [1]

Legenda:											
9 bodů											
3 body											
1 bod											

Vzájemná korelace:										
++	Silná kladná korelace									
+	Kladná korelace									
-	Záporná korelace									
--	Silná záporná korelace									

		Výrobní specifikace									
		[kg]	[GPa]	[1/K]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[%]
Potřeby zákazníků	Relativní význam (10 má nejvyšší prioritu)	Hmotnost	Modul pružnosti	Tepelná roztažnost	Zaoblení hran	Podélný rozměr	Maximální úložný rozměr	Minimální úložný rozměr	Výška přesahující úroveň palubovky	Plasticita, elasticita	Transparentnost
Snadná obsluha	5	3	1		9	3	9	3	1		
Bezpečnost při používání	10	3	3		9		3		9	3	9
Snadná konfigurace do stavu užití v automobilu	7					1	1	1			
Kompatibilita	6				3	9	9	9	3		
Využití zařízení, které vlastním	9					3	9	9	1		
Dobíjení vlastního zařízení	4					3	3	3			
Přívětivý vzhled	8		3	9	1	3	3	3	3	1	3
Odolnost proti poškození	8	3	9	3	1				3	9	
Zachovat zorný úhel	7			1			9	3	9		9
Uchycení chytrých hodinek s dobíjením	5				1	3	3	1			
Uchycení ponocí jedné ruky	10		3		3	9	9	3	3	1	
Nízká cena	6	3	1		3	3	3	3			1
Plnohodnotné využití aplikací	5						3	1			3
Podsvícení pro nižší námahu očí	3					1			1		9
Uchycení zařízení i s větší úhlopříčkou	6		3			3	9	1	1	1	
Významnost		87	185	103	222	283	508	278	272	126	225

Tabulka 8 – QFD matice

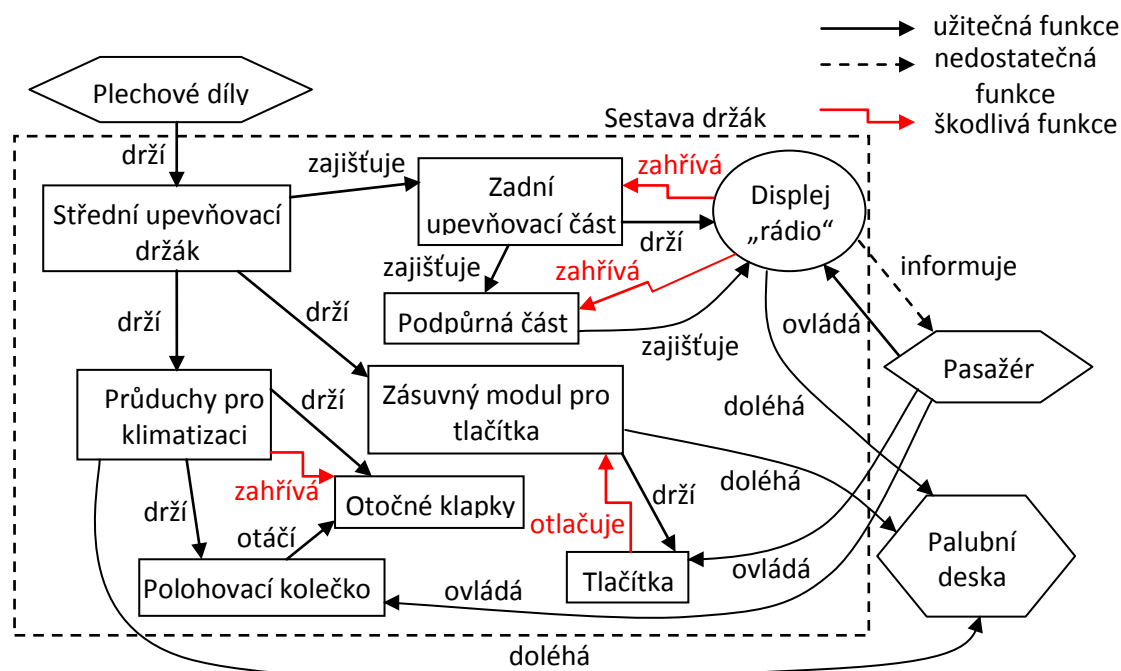
6 Generování konceptu

6.1 Modelování inovačního problému – Funkční analýza

Ve funkční analýze musí platit tři podmínky existence funkce [1] :

- nositel funkce a objekt funkce jsou materiální objekty
- nositel funkce má vazbu s objektem funkce
- parametry funkce se mění nebo jsou udržovány

Nadsystém tvoří plechová konstrukce, pasažér a palubní deska. Technickým systémem je sestava držáků. Ve funkční analýze jsou zaznamenány jednotlivé vzájemné vazby mezi komponenty, které jsou rozděleny na funkci užitečnou, nedostatečnou a škodlivou. Hlavní funkcí je pasažér ovládá displej.



Tabulka 9 – Funkční analýza

Výstupem funkční analýzy je definování inovačního problému. [1] V tomto případě je to nedostatečné plnění funkce zabudovaného displeje. Nevýhody viz str. 15.

Trimming otázka: Čím nahradíme komponentu displej, aby odstraňovala nevýhody spojené s nedostatečným plněním funkce při zachování užitečných funkcí?

Řešení: Odstranit monitor a nahradit jinou komponentou, která by lépe plnila funkci. S ohledem na rozbor trendů využijí chytrá zařízení (chytré telefony, tablety - viz obr. č. 11), které eliminují nevýhody současného stavu.

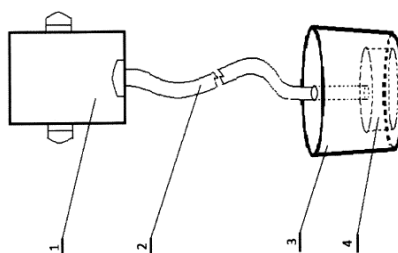
6.2 Search

6.2.1 Metody vyhledávání

Search se dělí na dvě kategorie - patentovou a nepatentovou. Patentová kategorie má ještě další dvě podkategorie - patenty a užité vzory. Analýzou search je zvýšena konkurenceschopnost. Patentový rozbor byl proveden na webových stránkách Úřadu průmyslového vlastnictví www.upv.cz a pomocí Google patents. Pomocí třídníků byla nejprve zařazena problematika do třídy B60R11/02 (*Vozidla všeobecně – vozidla, vybavení vozidel jinde neuvedené – zařízení pro připevňování nebo montáž předmětů, jinde neuvedená – pro radiosoupravu, televizory nebo pod.; uspořádání jejich ovládání*) [15] a dále do třídy B60R7/06 (*Vozidla všeobecně – vozidla, vybavení vozidel nebo části vozidel jinde neuvedené - Skladování a přechovávání náradí uvnitř vozidla, původně určené pro potřeby cestujících, menší než jsou kufříky, např. výbavu cestujících, cestovní potřeby nebo mapy pro rozhlasové přijímače, televizory, telefony apod. - umístěné na přístrojové desce nebo pod ní*). [15] Následně bylo provedeno vyhledávání pomocí vyhledávacího dotazníku ve formě klíčových slov.

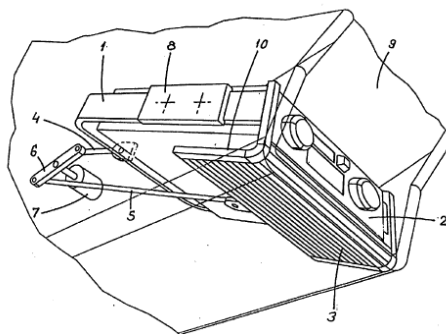
6.2.2 Rozbor patentů

Patent 1 (číslo patentu 28961) – Držák mobilního telefonu v automobilech. Princip spočívá ve využití současného držáku nápojů jako úchytný bod, kde je umístěn plastový válec s kovovou ohebnou trubicí a deskou pro uchycení telefonu. Inspirace spočívá v implementaci výsuvného zařízení (např. teleskopického) s využitím současného uchycení, kde by byl v případě potřeby přisunut do požadované polohy (viz trendy - autonomní řízení). [16]



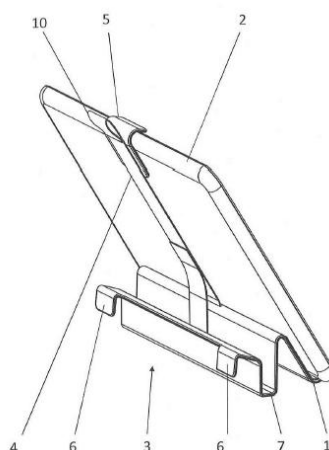
Obrázek 13 – Náčrt patentu č. 1 [16]

Patent 2 (číslo patentu 8113) – Zabezpečovací zařízení pro autorádia. Tento patent zabezpečuje autorádio po uzamčení automobilu pomocí pohyblivé přepážky poháněné servomotorem. Dojde k zakrytí ovládací desky rádia přepážkou a tím rádio uzamkne. Inspirace spočívá v zabezpečení autorádia za pomoci jiného, efektivnějšího a levnějšího způsobu. Zde se naskytá otázka, jak zabezpečit autorádio a tím snížit pravděpodobnost vloupání? (řešení - rádio tam nebude) [17]



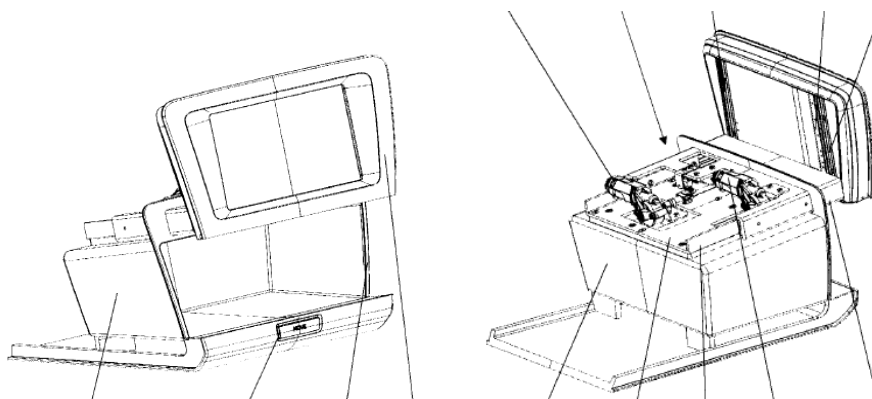
Obrázek 14 – Náskres patentu č. 2 [17]

Patent 3 (označení 2017-278) – Držák na přenosný elektronický přístroj s displejem. Princip spočívá v pevném nosném dílu se spodním žlábkem pro umístění přístroje, přičemž k nosnému dílu je upevněn popruh, který je opatřen hákem pro uchycení přístroje. Inspirace spočívá v zabudování úchytného zařízení do palubní desky, které zaručí vyšší stabilitu než v daném případě. [18]



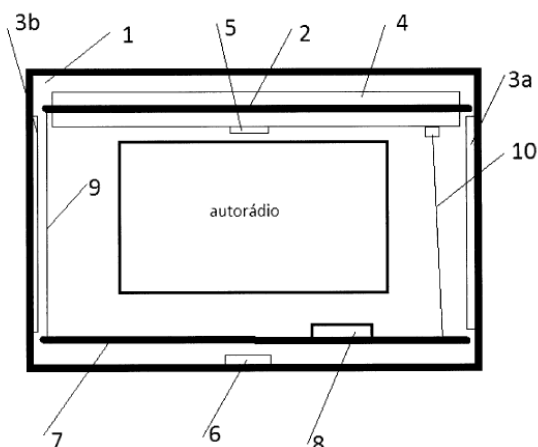
Obrázek 15 – Náskres patentu č. 3 [18]

Patent 4 (označení 2011-99) – Držák elektronického přístroje. Držák je umístěn na střední konzole palubní desky s využitím mechanismu pro přestavení mezi uzavřenou a otevřenou polohou. V otevřené poloze je zpřístupněn úložný prostor. Inspirace je ve využití prostoru za úchytným zařízením pro bezpečnostně-úložný prostor (např. prostřednictvím zamykatelného boxu). [19]



Obrázek 16 – Náskres patentu č. 4 [19]

Patent 5 (číslo patentu 2016-114) – Vymezovací rámeček autorádia. Princip je založen na mechanismu umístěném ve vymezovacím rámečku autorádia, který umožňuje srolování plátna přes čelní ovládací panel rádia. Vyvinuto za účelem ochrany proti odcizení založený na vysouvacím mechanismu se vzorem např. „starého“ rádia. Jedná se o tzv. kamufláž. Inspirace je využití bezpečného úložného prostoru v dosahu řidiče. [20]



Obrázek 17 – Náskres patentu č. 5 [20]

6.3 Kreativita – 40 invenčních principů

Invenční principy jsou zobecněná řešení typických problémů. Díky těmto principům systematicky nalézáme inspiraci, nové ideje a odbouráváme psychologický vektor setrvačnosti pro řešení problémů. [1]

Invenční princip č. 1 - Segmentace, drobení - rozdělit objekt jako demontovatelný nebo odnímatelný. [1] Inspirace – Vestavěný displej rozdělit na několik menších podsekcí a vytvořit tím univerzální držák. Inspirace – NFC tag, který je umístěn jako pomocný segment.

Invenční princip č. 2 - Oddělení vlastností - oddělit rušivé části nebo vlastnosti od objektu. [1] Inspirace – výstupek pro umístění chytrých hodinek s bezkontaktním dobíjením. Inspirace – výsuvná „paže“ zajišťující podepření objektů v prostoru pro řidiče. Inspirace – Head-up displej využívá sklo pro odraz obrazu z displeje.

Invenční princip č. 3 - Lokální kvalita - přiřadit různým částem objektu různé funkce. [1] Inspirace – Pro stabilní umístění zařízení do mechanismu lze lokálně použít protiskluzový povrch (nanopodložku)

Invenční princip č. 6 - Univerzálnost - plnit více funkcí objektem. [1] Inspirace – Na víceúčelovém držáku je možnost uchycení, dobíjení, nakonfigurování, lokálního osvětlení a zároveň uchycení chytrých hodinek s dobíjením.

Invenční princip č. 7 - Jeden objekt v druhém - umístit jeden objekt uvnitř druhého. [1] Inspirace – Do zástavbového prostoru umístit za monitor bezpečnostní schránku.

Invenční princip č. 10 - Předběžné působení - umístit objekty v předstihu tak, aby byly efektivně použity. [1] Inspirace – mechanismus v držáku by mohl být s předepjatými pružinami. Po vložení zařízení by došlo k zatištění polohy předběžným působením pružin.

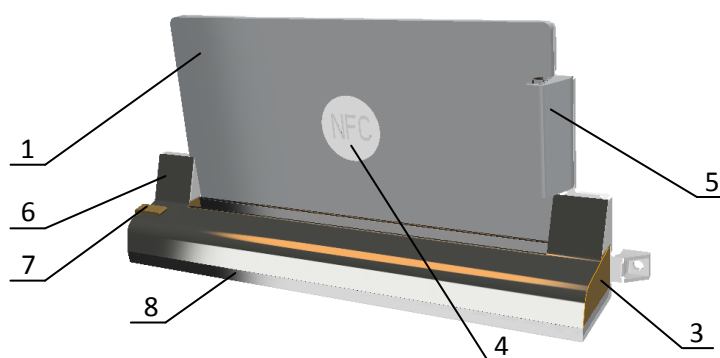
Invenční princip č. 26 - Zkopírování - místo nedostupného, křehkého, složitého a drahého objektu využít jeho lacinou a jednoduchou kopii. [1] Inspirace – Pomocí levného sklíčka nahradíme nedostupný průhledný displej, který zajišťuje bezpečný výhled při jízdě. Využití optické kopie displeje na běžné sklíčko.

7 Vygenerované koncepty

Systematickými metodami jsem byl inspirován ke konceptům, které jsou nakresleny a popsány níže.

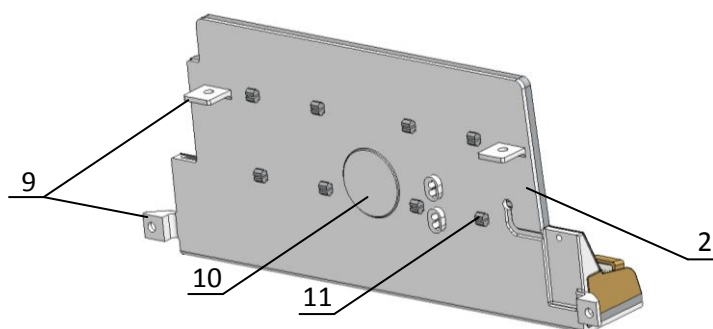
7.1 Variabilní držák pro chytré zařízení

Konstrukce variabilního držáku je tvořena tělem držáku (1), podstavou držáku (2), střední částí držáku (3) a bočním držákem (5). Tyto základní stavební komponenty jsou spojeny pomocí klipů. Nejprve dojde ke klipovému spojení mezi (2) a (3). Mezi podstavu (2) a tělo držáku (1) se do prohlubně umísťuje bezdrátová nabíječka pro chytrý telefon (10) a LED pásek (8). Tyto komponenty jsou zajištěny klipovým spojením (11) komponent (1) a (2). Do vymezeného místa na levé straně (blíže řidiči) střední části držáku (3) je umístěna bezdrátová nabíječka pro chytré hodinky (6). Uchycení chytrých hodinek je magnetické (zakoupená nabíječka pro hodinky obsahuje magnety pro uchycení) a řemínek je zabezpečen jistícím klipem (7). Na závěr dojde k připevnění dosedací pryže, bočního držáku (5) a nalepení NFC tagu (4). NFC tag má funkci rychlého nakonfigurování chytrého telefonu po přiložení na předem nastavené stavy (viz identifikace trendů 4.1).



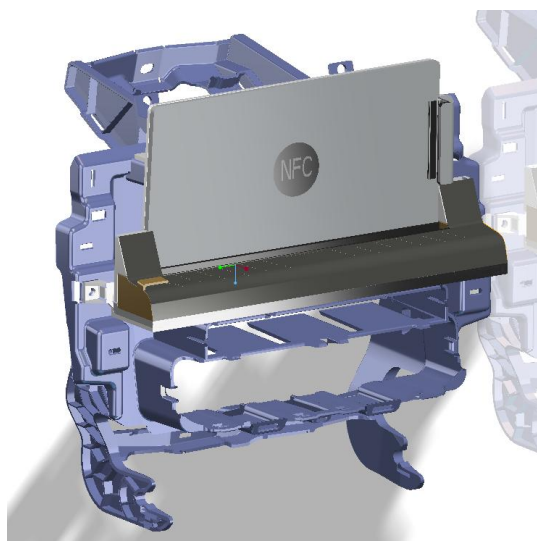
Obrázek 18 – Pohled na variabilní držák zepředu

Kompletní variabilní držák je uchycen na úchytné body. Místa, za které bude držák uchycen, jsou znázorněna na obr. č 19 označená (9).



Obrázek 19 – Pohled na variabilní držák ze zadu

Požadavkem na díly je nízká cena a hmotnost. Z tohoto důvodu jsou jednotlivé díly vyráběny metodou vstřikování plastů. Maximální rozměr chytrého zařízení je úhlopříčka 9,7“. V současné době vlastní chytré zařízení velké procento lidí (viz tab. č. 3). Implementace těchto zařízení zachovává klady původního stavu a odstraňuje negativní vlastnosti. Zároveň je tu použita inspirace trendy (viz tab. č. 2) prostřednictvím ambientního osvětlení, které nezatěžuje zrak při používání ve sníženém osvětlení. Dále je použito uchycení a bezdrátové dobíjení chytrých hodinek.

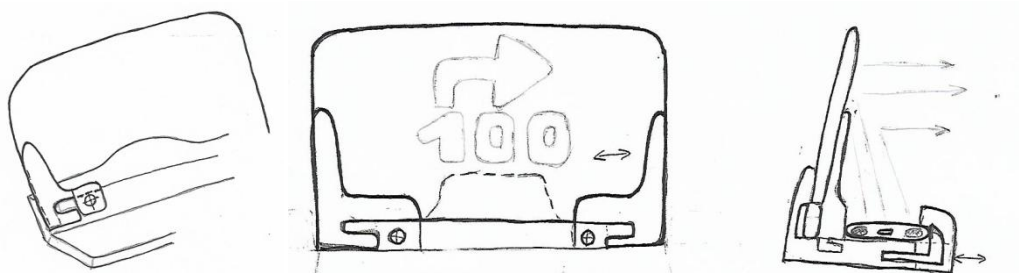


Obrázek 20 – Pohled na uchycený smontovaný držák

Výhody: Tuhost, stabilní uchycení, kompatibilita se SW a SP, LED podsvícení, konfigurace pomocí NFC tagu, vysoká variabilita (schopnost uchycení malých i velkých úhlopříček zařízení), snadná obsluha, komfortní ovládání

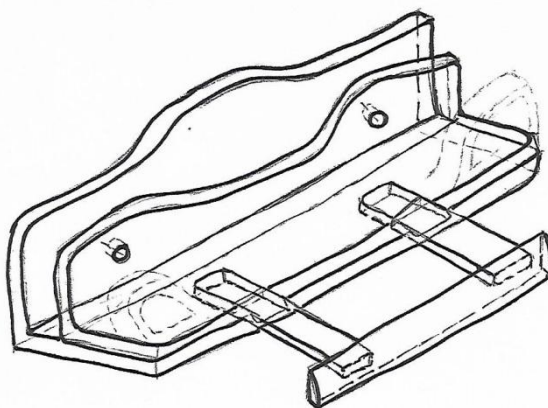
Nevýhody: Odraz světla – snížená viditelnost, zahřívání

7.2 Varianta 2 – Sklopné sklíčko s nastavitelným úchytem pro chytré zařízení



Obrázek 21 - V levé části je vidět způsob uchycení sklíčka. Vpravo je mírně sklopené sklíčko s vodorovně uloženým zařízením

V této metodě je využíván jeden z invenčních principů – kopírování. Místo průhledného displeje, který v současné době není dostupný, je použito levné sklíčko. Toto sklíčko je upevněno mezi dvěma lištami, které jsou upevněny šroubovým spojem.



Obrázek 22 – Prostor umožňující uchycení SP pomocí zásuvných lišt

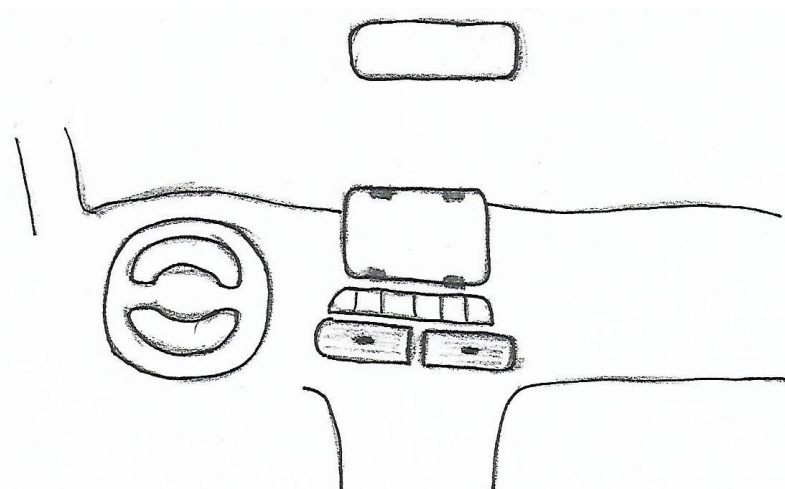
K ochraně sklíčka před jeho poškozením nadměrným utažením jsou využity kontaktní plochy se sklem, které je potaženo tlumící gumovou vrstvou. Ve spodní části se nachází zástrčný prostor pro umístění „projekčního“ zařízení. Toto zařízení je ve vodorovné poloze vůči palubní desce. Nedochází tudíž k přímému oslnění pasažéra. Uchycení zajišťují dvě zasouvací lišty. Díky zasouvacím lištám lze využít větší škálu velikostí zařízení. Je zde použit předepjatý bezúdržbový pružinový spoj, který lišty vrací do sevřené polohy. Konfiguraci na předem nastavený stav zajišťuje NFC tag umístěn mezi zásuvnými lištami. Sklíčko je mírně nakloněné pro lepší odraz obrazu. V současné době existují aplikace na tablety a chytré telefony, které podporují navigace s Head-up displejem.

Výhody: Kompatibilita se SP, průhlednost, snadná obsluha, bezpečnost z pohledu viditelnosti, konfigurace pomocí NFC tagu, displej neoslňuje řidiče, hmotnost

Nevýhody: Nižší tuhost, bezpečnost při destrukci, ovládání v uchyceném stavu, průhledné sklíčko náchylné na znečištění

7.3 Varianta 3 – Teleskopický otočný držák

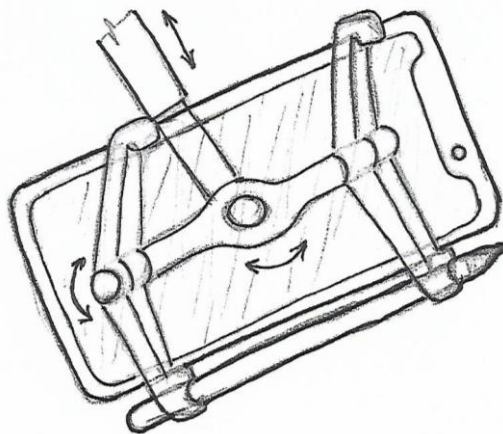
Teleskopický držák je tvořen třemi důležitými celky. Hlavní statická základna je upevněna na současné úchytné body s danými rozteči. Základna má funkci stabilního zajištění otočného ramena a funkci dorazu v zajištěné poloze (viz obr. č. 23). Tento díl je kvůli tuhosti vytvořen z jednoho kusu a kvůli jeho náročnosti bude vyráběn aditivní metodou pomocí 3D tisku. Aditivní metoda umožňuje vyrobit téměř libovolnou geometrii dílu, ale s omezenou škálou materiálů (viz kapitola 9.2). Požadavek pro výrobek je odolnost, trvanlivost, tepelná a chemická odolnost dílu s nízkou hmotností. Tato kritéria splňuje aditivní metoda SLS (Selective Laser Sintering). Je založena na principu sintrování, kde dochází k vytvoření jednoho pevného kusu pomocí tepla a tlaku bez natavení na bod zkapalnění. Metoda umožňuje využít materiály PA, popřípadě sklem plněný PA. Dosahuje minimálních tloušťek vrstvy až 0.1 mm. [24]



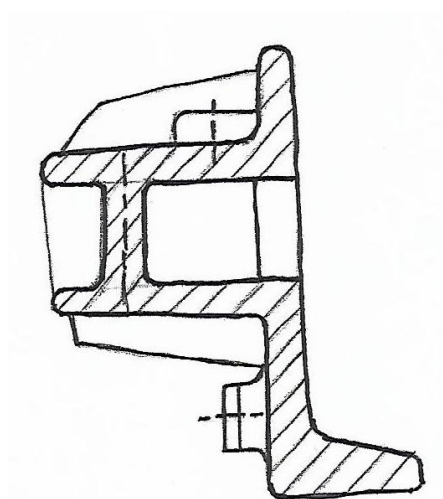
Obrázek 23 – Pohled na teleskopický držák v zajištěném stavu

Následující části uchycené za hlavní statickou základnu jsou teleskopické rameno a rozevírací mechanismus pro uchycení chytrého zařízení. Teleskopické rameno má funkci přibližování a oddalování chytrého zařízení podle potřeby pasažéra. Minimální výsuvná vzdálenost je taková, aby chytré zařízení doléhalo na základnu a nevystupovalo do prostoru. Maximální výsuvná vzdálenost je stanovena tak, aby umožňovala pohodlné používání zařízení před pasažérem. Rozevírací mechanismus je kloubově uchycen na teleskopickém rameni. Kloubové uchycení

umožňuje otáčení o 360° pro využívání ve vodorovné i svislé poloze. Oba komponenty jsou vyráběny vstřikováním plastů. Funkcí rozevíracího mechanismu je zajišťovat chytré zařízení a držet „stylus“ (zařízení ve tvaru propisky, které zefektivňuje práci na chytrém zařízení).



Obrázek 24 – Rozevírací mechanismus s teleskopickým ramenem



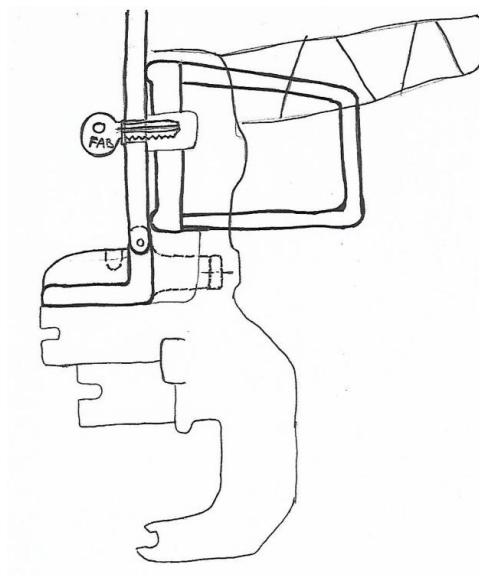
Obrázek 25 – Hlavní statická základna

Z hlediska stále rostoucího výskytu autonomních systémů a vozidel se vytváří prostor pro nové nápady s efektivnějším využitím času strávený v automobilu. Jedná se o „futuristický“ nápad, který reaguje na trendy v automobilovém průmyslu.

Výhody: Kompatibilita SP, uchycení stylusu, otočení o 360°, ovladatelnost vlivem výsuvného zařízení

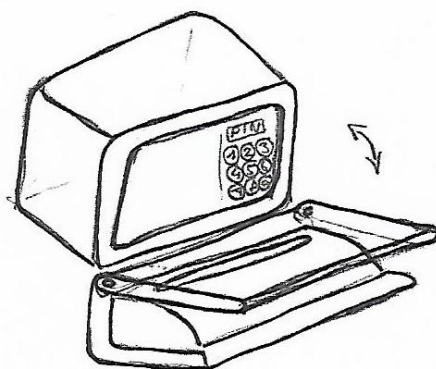
Nevýhody: Drahá výroba 3D tiskem, bezpečnost při vysunutí, hmotnost

7.4 Varianta 4 – Bezpečnostní zabudovaná schránka



Obrázek 26 – Řez držákem s umístěným zamykacím prostorem

S rostoucí kriminalitou se naskytá možnost vytvořit místa v automobilu, která by sloužila jako „trezor“ například pro bezpečné uložení zbraně (popř. peněz, cenných věcí). V zadní části držáku se nachází prostor, který lze využít např. jako bezpečnostní schránka pro uložení již zmiňovaných věcí. Tato bezpečnostní schránka je umístěna v dosahu řidiče a zároveň je skryta sklopným mechanismem hned za uchyceným chytrým zařízením. Schránka je na pevno přichycena k držáku pomocí šroubů.



Obrázek 27 – Sklopný mechanismus s bezpečnostním prostorem

Výhody: Maximální využití prostoru, zabezpečený prostor, kompatibilita se SP

Nevýhody: Hmotnost

8 Výběr konceptu

8.1 Postup metody AHP

Nejprve je nutné stanovit hodnotící kritéria. Následně se určí vzájemné porovnání kritérií. Kritériím jsou spočteny koeficienty významnosti. Dále je vyplněna matice párového porovnání konceptů podle stanovených kritérií. Výstupem jsou koeficienty významnosti jednotlivých konceptů podle kritérií. Maticovým násobením dostaneme celkové priority, ze kterých stanovíme výsledné pořadí.

8.2 Výběr výsledného konceptu

8.2.1 Souhrn konceptů

- Variabilní držák (Koncept – A)
- Sklopné sklíčko (Koncept – B)
- Teleskopický otočný držák (Koncept – C)
- Bezpečnostní zabudovaná schránka (koncept – D)

8.2.2 Zvolená kritéria

- Bezpečnost (1)
- Údržba (2)
- Kompatibilita (3)
- Montáž (4)
- Vyrobitelnost (5)

8.2.3 Volba výsledné varianty

Tabulka 10 – Matice párového porovnání kritérií

Kritérium	1	2	3	4	5
Bezpečnost	1	5	3	3	2
Údržba	0,2	1	2	1	0,33
Kompatibilita	0,33	0,5	1	2	2
Montáž	0,33	1	0,5	1	2
Vyrobitelnost	0,5	3	0,5	0,5	1
Součet	2	11	7	8	7

Tabulka 11 – Normálová matice kritérií

Kritérium	1	2	3	4	5	Průměr
1	0,42	0,48	0,43	0,40	0,27	0,40
2	0,08	0,10	0,29	0,13	0,05	0,13
3	0,14	0,05	0,14	0,27	0,27	0,17
4	0,14	0,10	0,07	0,13	0,27	0,14
5	0,21	0,29	0,07	0,07	0,14	0,15
Součet	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Největší prioritu při párovém porovnání kritérií má kritérium bezpečnost (0,4). Kompletní souhrn tabulek použitých při metodě AHP je uveden v příloze.

8.2.4 Celkové priority s výsledným pořadím

Tabulka 12 – Relativní priority podle kritérií

Koncept	Kritérium				
	1	2	3	4	5
A	0,30	0,40	0,43	0,28	0,40
B	0,30	0,08	0,10	0,30	0,36
C	0,10	0,16	0,29	0,11	0,08
D	0,30	0,36	0,18	0,30	0,16

Tabulka 13 – Vyhodnocení priorit konceptů

Koncept	Výpočet priority	Priorita	POŘADÍ
A	0,285	28,5%	1
B	0,192	19,2%	3
C	0,127	12,7%	4
D	0,241	24,1%	2

Po aplikování metody AHP se zohledněním důležitosti kritérií, byl vybrán koncept A – Variabilní držák s prioritou 28,5 %. Následoval koncept D - Bezpečnostní zabudovaná schránka s prioritou 24,1 %.

9 DFX

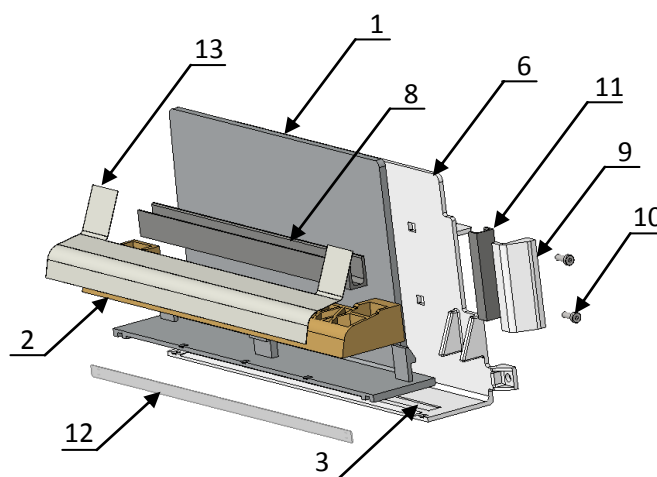
9.1 DFA Lucas

Metoda DFA Lucas je založena na využití vodiček pro hodnocení aspektů složitosti montáže. Není zde použit pohled ovlivněný náklady. Metoda obsahuje tři části – funkční analýzu, analýzu manipulace se součástmi a montážní analýzu, která se zabývá vkládáním součástí. [1]

9.1.1 Analýza DFA pomocí metody Lucas (původní návrh řešení)

Tabulka 14 – Původní návrh

Název	Pozice	Funkční analýza	Montážní analýza	Analýza manipulace
Tělo střed	1	B	1	1
Tělo spodní část	2	B	2,7	2
LED pásek	3	A	7,8	2,5
Nabíjení SP	4	A	7	1,9
NFC tag	5	A	1	2,5
Tělo záda	6	A	4,8	2,3
Nabíjení SW	7	A	1,3	1,9
Pryž spodní část	8	B	6	2,3
Boční držák	9	B	2,1	2,2
šroub M4x10	10	B	6	1,7
Pryž boční část	11	B	7	2,3
Kryt LED	12	A	1,3	2,2
Kryt leštěný plech	13	B	1,3	3,2
Celkem	14	5	55,3	29,7



$$Efektivnost\ návrhu\ sestavy = \frac{"A"komponenty}{Suma\ komponent} = \frac{5}{14} * 100 = 35,7\% \quad (1)$$

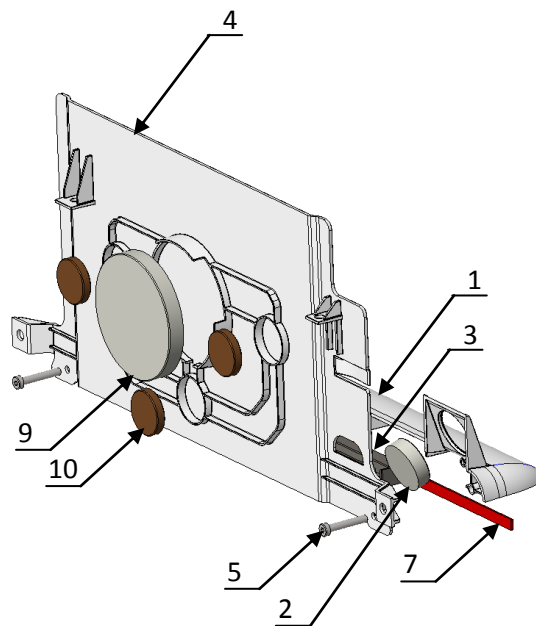
$$Poměr\ pomocných\ operací = \frac{Suma}{"A"komponenty} = \frac{55,3}{5} = 11,06 \quad (2)$$

$$Poměr\ spojovacích\ operací = \frac{Suma\ spojovacích\ operací}{"A"komponenty} = \frac{29,7}{5} = 5,94 \quad (3)$$

9.1.2 Analýza DFA pomocí metody Lucas (nový návrh řešení)

Tabulka 15 – Nový návrh

Název	Pozice	Funkční analýza	Montážní analýza	Analýza manipulace
Díl_1	1	B	3	1
Nabíjení SW	2	A	1	1,7
Dosedací pryž	3	B	2,3	2,4
Díl_2	4	A	3	2,3
šroub DIN 7984 M4x24	5	B	4	1,7
šroub KN6039 4x25	6	B	4	1,7
LED pásek	7	A	7	2,3
NFC tag	8	A	1	2,5
Nabíjení SP	9	A	2	1,9
Magnet 3x	10	B	3,9	5,1
Celkem	12	5	13,3	9,1



$$Efektivnost\ návrhu\ sestavy = \frac{"A"komponenty}{Suma\ komponent} = \frac{5}{12} * 100 = 41,7\% \quad (4)$$

$$Poměr\ pomocných\ operací = \frac{Suma}{"A"komponenty} = \frac{13,3}{5} = 2,66 \quad (5)$$

$$Poměr\ spojovacích\ operací = \frac{Suma\ spojovacích\ operací}{"A"komponenty} = \frac{9,1}{5} = 1,82 \quad (6)$$

9.2 Vliv metody DFX na náklady

Jeden ze zásadních bodů metod DFX je množství vyráběných dílů. Omezení z hlediska konstrukce v malosériové výrobě je minimální díky současně používaným technologiím aditivní výroby (rapid prototyping). Je to metoda přidávání materiálu bez použití nástrojů. Touto technologií lze vyrobit téměř libovolný tvar. Omezujícím faktorem je zde hledisko materiálu a kvalita povrchu. Aktuálně je škála použitelných materiálů značně omezena. Používají se tři základní typy rozdělení podle stavu vstupního materiálu [24]:

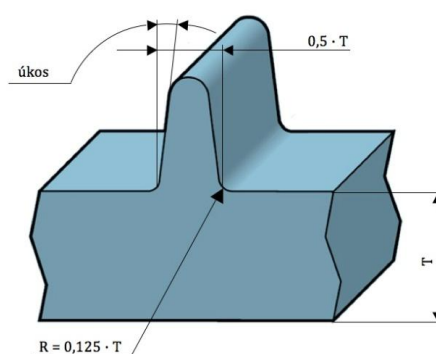
- ve formě kapaliny (fotopolymery) – metody SLA, SGC, DLP
- ve formě prášku – metody SLS, SLM, 3DP,
- v pevné formě – metody FDM, LOM, TIJ

Pro jednotlivé typy technologií jsou definovány minimální tloušťky vrstev, které slouží zároveň jako ukazatel kvality povrchu. Pro ilustraci bude uvedeno několik technologií (SLA – 0,05 mm, SLS – 0,1 mm, SLM – 0,02 mm, 3DP – 0,089 mm, FLM – 0,178 mm). Dále jsou definovány minimální tloušťky stěn. Aditivní výroba je používána především pro prototypovou, popřípadě malosériovou výrobu, jelikož se zatím jedná o velmi drahou technologii. [24]

Produkt bude vyráběn v množství sériové výroby (okolo 100 000 ks). Proto je nutné použít vhodnou technologii výroby, materiál nebo typ spojení jednotlivých částí. Požadavek na materiál je především nízká hmotnost, levná výroba, teplotní odolnost a vysoká životnost. Vzhledem k těmto kritériím je zvolen typ materiálu plast. Typ plastu je zvolen PP s 20% talku. Talk je velmi využíván v automobilovém průmyslu jako aditivní přísada, z důvodu navýšení houževnatosti plastu a rozšíření škály provozních teplot. [26] Pro velkosériovou produkci konstrukčních plastových dílů se využívá metoda vstřikování plastů. Je to metoda založena na tavení materiálu dopraveného do formy, která má tvar negativu vyráběného výlisku. Konstrukce výlisku musí splňovat řadu pravidel (viz kapitola 9.3), aby bylo možné daný výlisek vyrobit. Formy pro vstřikování jsou drahé na výrobu. Díky minimálním nákladům na samotné výlisky dojde k poměrnému rozdělení ceny formy na jeden výlisek. Z tohoto důvodu je tato metoda využívána především pro hromadnou výrobu, kde dochází k eliminaci velkých nákladů na formy.

9.3 DFM – Design For Manufacturing

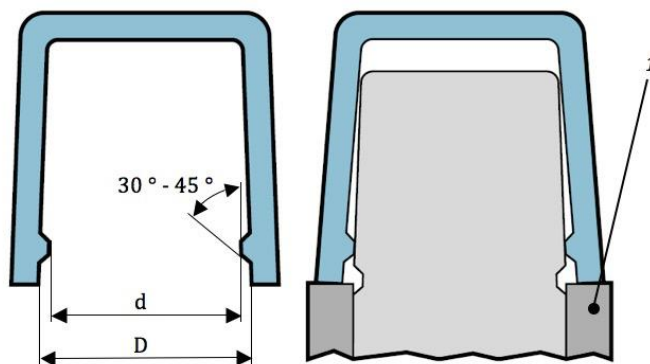
V této kapitole budou zmíněna kritéria, která musí splňovat výlisek s konkrétním řešením inovovaného produktu. Globální tloušťka byla stanovena na $T=2$ mm. Z tohoto základního rozměru se vychází při konstruování doprovodných prvků. U konstruování plastových dílů se pro zvyšování tuhosti nevyužívá zvýšení tloušťky, ale implementování vyztužujících žebër. Konstrukce žebër má dané standardy pro jednotlivé rozměry (viz obr. č. 28.). Tloušťka žebra je definována vztahem $0,5 \cdot T = 1$ mm. Zaoblení žebra je stanoveno $0,125 \cdot T = 0,25$ mm. Zaoblení musí být vytvořeno všude kromě roviny, kde je umístěna dělicí rovina. [23]



Obrázek 28 – Zakótované žebro - ilustrační obrázek [23]

Mezi hlavní konstrukční úpravu patří úkos. Musí být proveden na všech plochách, které jsou kolmé k dělicí rovině a nabývá hodnot 0,5 až 2°. Méně obvyklá konstrukční úprava je podkos, který může být použit pouze v případě možnosti deformačního odformování (tzn. možnost zapření) a umístění mimo tuhé části bez žebër. Základním předpokladem je přiměřená hloubka a prostor pro pružnou deformaci. Dále musí splňovat % podkosu (7) podle vztahu, který může nabývat hodnot 5 – 10 % v případě pružných plastů (v případě křehkých a tuhých plastů 2 %). [23]

$$\% \text{PODKOSU} = \frac{D - d}{D} * 100 = \frac{70 - 66}{70} * 100 = 5,7 \% \quad (7)$$



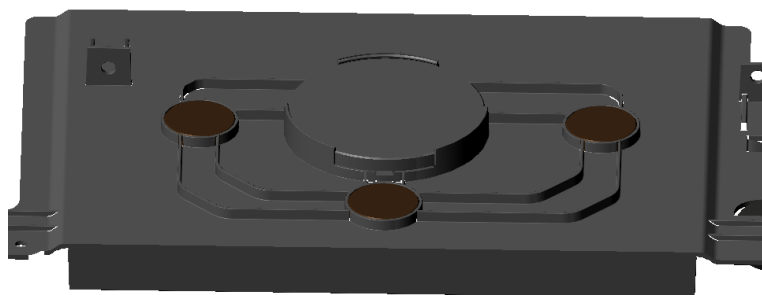
Obrázek 29 – Podkos – ilustrační obrázek [23]

Úkos byl implementován do zadní části čelní vzhledové plochy pro uchycení nabíječky chytrého telefonu (viz obr. č. 30).



Obrázek 30 – Úkos využitý pro uchycení nabíječky pro SP

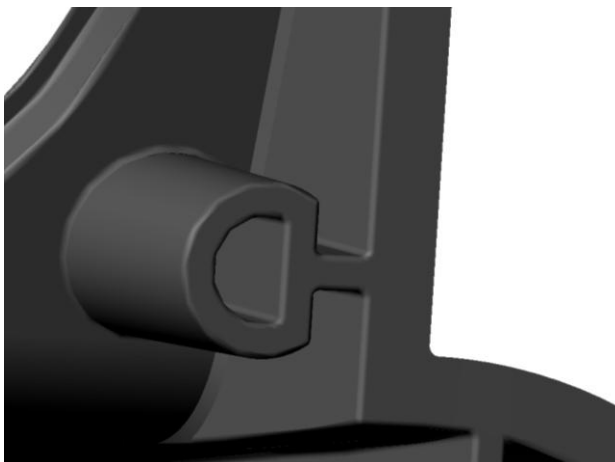
Jedna z podstatných změn z metody DFA Lucas je přechod z mechanického uchycení chytrého zařízení na magnetický. Magnety jsou rozmístěny tak, aby při uchycení tabletu byly využity dva magnety v krajních polohách a v případě uchycení chytrého telefonu, aby byl využit jeden uprostřed ve spodní části (viz obr. č. 31), čímž by zajistily stabilní uchycení. Magnety jsou použity neodymové N52 (FeNdb) o rozměru 25x5 mm s přidržovací silou 88,1 N.



Obrázek 31 – Rozmístění magnetů

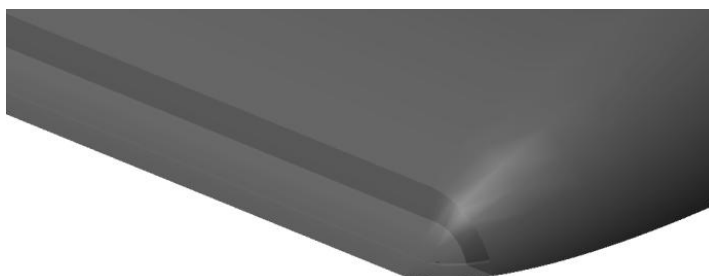
Konstrukce by měla být vytvořena tak, aby znemožnila špatné sestavení konstrukčního celku. Byla vytvořena konstrukční úprava prostřednictvím tvarově

nesymetrického kolíku, který přesně zapadá do negativu výstupku a tím znemožňuje jakékoliv špatné sestavení (viz obr. č. 32). Tato metoda se nazývá Poka-yoke. Poka-yoke lze definovat jako konstrukční úpravu, která eliminuje lidské chyby. [1]



Obrázek 32 – Negativ nesymetrického kolíku

Z hlediska snížení počtu součástí (viz DFA Lucas str. 42) je v novém řešení použito bikomponentní vstřikování na komponentě spodní plast v oblasti před umístěným LED páskem. Tato úprava zajistí průchodnost světla bez použití transparentní krytky.

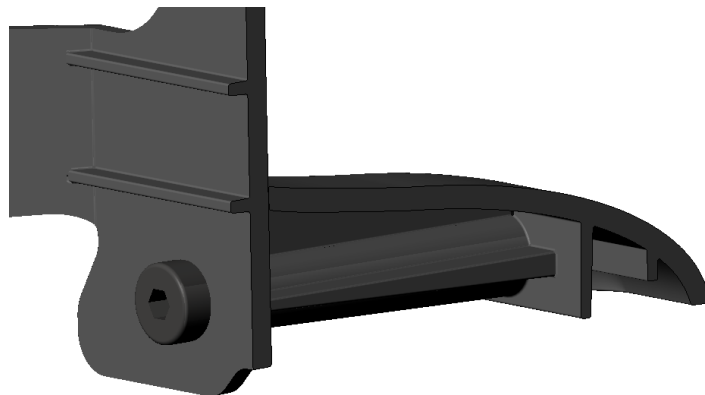


Obrázek 33 – Transparentní část vyrobená bikomponentním vstřikováním

9.4 DFD – Design for Disassembly

Trendem v oblasti plastových dílů je využití klipového spojení. Klipové spojení je ze stejného materiálu jako zbytek dílu, protože je vyroben ve stejné formě vstřikováním. Mezi výhody patří snadná a rychlá montáž, kde dojde pouze k nacvaknutí spoje. Spoje bývají konstruovány s předpětím, které eliminují házení při provozu. Nevýhoda je rozebíratelnost spoje, kde velmi často dochází k nenávratné destrukci klipu. Především z hlediska rozebíratelnosti jsem použil šroubového spojení pro uchycení spodního těla k zadnímu tělu (viz obr. č. 34). Ke spojení jsou použity

pozinkované šrouby do termoplastu s označením – šroub STS-plus KN6039 4x25 - T20 (temperovaná ocel 10.9). Tento typ šroubu zajišťuje optimální spojení plastů, opakovatelnou demontáž a zamezuje problém s relaxací. [30]



Obrázek 34 – Šroubové spojení

Demontovatelnost je zde nutná především kvůli výměně elektronických dílů. Dále jsou zde použity spoje šroubové s komponentou nadsystému. Tudiž lze koncept opakovaně demontovat bez toho, aby došlo k zničení jednotlivých komponent.

9.5 DFT - Design for Testability

RPS body jsou zde použity z důvodu měření a kontroly rozměrů vyrobeného dílu vůči virtuálnímu modelu z CAD dat. RPS body odebírají 6 stupňů volnosti (3D těleso má 3 posuvy a 3 rotace kolem souřadnic X, Y a Z). [28]

9.6 Design for Trouble Free and Reliability

Hledisko spolehlivosti a bezporuchovosti je dáno rozsahem provozního prostředí. Provozní prostředí je zde testováno dlouhodobou zkouškou PV 1200, která testuje daný koncept jako simulaci provozu při extrémních teplotách (provedení výpočtu v krajních mezích -40 a 80 °C).

10 Hodnotová analýza

Hodnotové inženýrství je metoda, která uvažuje výrobek jako souhrn funkcí výrobku. Tyto funkce jsou plněny v určité míře s danými náklady. Zabývají se samotnými výrobky, technologickými a netechnologickými procesy. [1]

10.1 Nákladový list

Nákladový list je dokument, který obsahuje všechny nakoupené položky, popřípadě ceny materiálu a náradí. Položky ve sloupci nákupka jsou položky koupené jako finální výrobek. [1]

Tabulka 16 – Seznam položek nákladového listu

ITEM	Položka		Nákupka	Materiál	Náradí	Variabilní	CELKEM
Artikl	NÁZEV	Ks	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč
1	Díl_1	1		0,5	28		28,5
2	Nabíjení SW	1	95,85				95,85
3	Dosedací pryž	1	8,5				8,5
4	Díl_2	1		0,3	20		20,3
5	KN6039 4x25	2	0,27				0,54
6	LED pásek	1	26				26
7	NFC tag	1	4,5				4,5
8	Nabíjení SP	1	64,32				64,32
9	Magnet N52 20x2	3	5,94				17,82
CELKEM							266,33

10.2 Základní a sekundární funkce

Všem komponentám jsou přiřazeny jejich funkce dle významnosti. Jako základní funkci uvažují držení a dobíjení chytrého zařízení. Sekundární funkce potřebné jsou funkce nezbytné pro plnění základních funkcí v dané konstrukci. Do kategorie estetických funkcí spadá schopnost ambientního osvětlení. [1]

Tabulka 17 – Základní a sekundární funkce

Komponenta	Funkce	Základní funkce	Sekundární funkce		
			Potřebná	Estetická	Škodlivá
Dil_1	Drží LED pásek		X		
	Vymezuje spodní pryž		X		
	Propouští světlo od LED			X	
	Zajišťuje nabíječku SW		X		
	Drží SP	X			
Nabíjení SW	Nabíjí SW	X			
	Drží SW	X			
Dosedací pryž	Zajišťuje SP		X		
	Zakrývá prostor uvnitř				X
Dil_2	Drží nabíječku na SP		X		
	Drží magnety		X		
	Drží NFC tag		X		
	Drží tělo spodní část		X		
	Drží SW	X			
	Drží dosedací pryž		X		
Šroub KN6039 4x25	Drží tělo spodní část		X		
LED pásek	Svítí			X	
NFC tag	Přednastavuje SP		X		
Nabíjení SP	Nabíjí SP	X			
Magnet	Drží SP	X			

10.3 Nákladově funkční matice

V nákladově funkční matici se přiřazují procentuální poměry nákladů pro jednotlivé funkce. Následně se tyto procentuální náklady sečtou pro jednotlivé předem definované funkce. Výstupem jsou náklady pro plnění daných funkcí. [1]

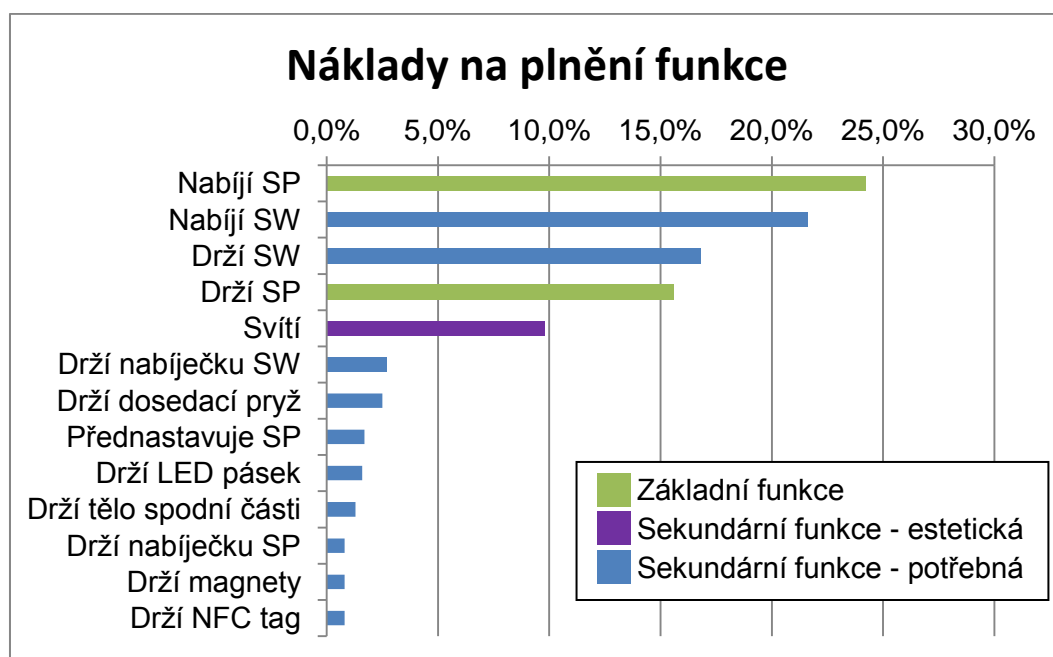
Tabulka 18 – Nákladová funkční matice

č.	Díl / operace	Ks	Přímé náklady	FUNKCE (aktivní sloveso - podstatné jméno)											
				Drží LED pásek	Drží nabíječku SW	Drží SP	Nabíjí SW	Drží SW	Drží nabíječku SP	Drží magnety	Drží tělo spodní část	Drží dosedací pryž	Svítil	Přednastavuje SP	Nabíjí SP
1	Díl_1	1	28,5	15	25	25	0	15	0	0	0	20	0	0	0
2	Nabíjení SW	1	95,9	0	0	0	60	40	0	0	0	0	0	0	0
3	Dosedací pryž	1	8,5	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Díl_2	1	20,3	0	0	40	0	10	10	10	15	5	0	0	0
5	KN6039 4x25	2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
6	LED pásek	1	26,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
7	NFC tag	1	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
8	Nabíjení SP	1	64,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
9	Magnet	3	17,8	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CELKEM			CN	4	7	42	58	45	2	2	4	7	26	5	64
			100%	2	3	16	22	17	1	1	1	3	10	2	24

10.4 Náklady na plnění funkce

Z tabulky a diagramu je patrné rozložení nákladů pro dané funkce. Pro plnění základní funkce (označeno zeleně) je využito 40 % nákladů. Pro plnění estetické funkce je využito 10 % (fialová barva) a pro sekundární funkce je potřebných 50 % (modrá barva). Velkou roli zde hrají komponenty nabíjení SW a SP, které cenově značně převyšují ostatní komponenty a mají výhradně funkci držet a dobíjet.

Obrázek 35 – Náklady na plnění funkce



10.5 Pool pro náměty

Návrhy pro zlepšení jsou vzhledem k obr. č. 35 především v oblasti volby dobíjecích zařízení. Zvolené varianta dobíjení pro chytré hodinky obsahuje bezdrátové dobíjení s magnety umožňující uchycení chytrých hodinek, které jsou uloženy v kompaktním těle o minimálních rozměrech. Levnější alternativy tohoto produktu neplní plnohodnotně žádané funkce nebo jsou větších rozměrů. Z těchto důvodů ponechám původní variantu. Varianta dobíjení chytrého zařízení obsahuje bezdrátové dobíjení v dosahu 2 – 5 mm a kompletní nabíjecí zařízení je uloženo v kompaktním těle o průměru 70 mm a výškou 5 mm. Tyto aspekty v kombinaci s cenou jsou na tom vůči konkurenci nejlépe. Proto volím původní nabíjecí zařízení.

11 FMEA

Součást	Místo poruchy	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Možné příčiny poruchy	Běžné kontroly	Současný stav				Doporučené opatření	Výsledný stav				
						Výskyt	Závažnost	Detekce	RPN		Přijaté opatření	Výskyt	Závažnost	Detekce	RPN
Dil_1	Sklopená plocha pro nabíječku SW	Lom	Destrukce dílu	Pevnost	FEM – statický výpočet	7	7	2	98						
		Kmitá	Hluk	Upevnění	Výstupní kontrola	6	5	2	60						
	Otvor pro nabíječku SW	Nedrží	Klepe	Upevnění	Výstupní kontrola	4	3	3	36						
		Lom	Ulomení	Nedostatečný rozměr	FEM – statický výpočet	4	5	1	20						
		Deformovaný	Mezera	Teplota	FEM - creep	4	5	5	100	Žebra pro zvýšení tuhosti	✓	3	5	5	75
	Vzhledová plocha (čelní)	Kmitá	Hluk	Upevnění	Modální analýza	5	6	3	90						
		Poškozený	Rýhy	Nevhodný materiál	Vizuální test	6	3	2	36						
		Deformovaný	Mezera	Teplota	FEM - creep	7	5	4	140	Žebra pod plochou	✓	4	5	4	80
	Vzhledová vada		7			4	5	140	4			4	5	80	
		Uložení pro šroub	Deformovaný	Ulomení	Tlak	FEM – statický výpočet	6	8	2	96					
	Závit pro šroub	Lom	Nestabilní	Nadměrný Mu	Výpočet	5	6	3	90						
Dil_2	Horní úchytné body	Deformovaný	Nestabilní	Únava	Výpočet únavy	3	6	3	54						
				Teplota	FEM - creep	4	6	3	72						
		Lom	Destrukce dílu	Tlak	FEM – statický výpočet	5	8	3	120	Žebra vedoucí k uchycení	✓	4	8	3	96
	Čelní vzhledová plocha	Kmitá	Hluk	Upevnění	Výstupní kontrola	4	5	4	80						
				Tolerance	Rozměrová kontrola	2	5	5	50						

		Deformovaný	Vzhledová vada	Teplota	FEM - creep	5	5	4	100	Vyztužující žebra	✓	3	5	4	60
				Vlhkost	Technologická zkouška	2	5	4	48						
		Poškozený	Rýhy	Nevhodný materiál	Vizuální test	6	5	2	60						
	Brada pro pryž	Lom	Destrukce dílu	Tlak	FEM – statický výpočet	7	6	2	84						
				Únava	Výpočet únavy	3	6	2	30						
	Rameno pro uchycení pásku SW	Ohyb	Nedrží pásek	Nedostatečný rozměr	FEM – statický výpočet	5	5	2	50						
				Pevnost		6	5	2	60						
		Lom	Trhlina	Tlak	FEM – statický výpočet	2	7	2	28						
	Nabíjení SW	Schopnost nabíjení	Nenabíjí	Ulomení kabelu	Špatné uchycení kabelu	FEM – statický výpočet	2	7	3	42					
		Tělo nabíječky	Kmitá	Klepe	Upevnění těla	Výstupní kontrola	4	4	2	36					
Nabíjení SP	Klipy pro uchycení	Lom	Destrukce dílu	Nedostatečný rozměr	FEM – statický výpočet	2	6	3	36						
	Schopnost nabíjení	Nenabíjí	Ulomení kabelu	Špatné uchycení kabelu	FEM – statický výpočet	2	7	3	42						
	Tělo nabíječky	Kmitá	Klepe	Upevnění těla	Výstupní kontrola	4	4	2	36						
LED pásek	Diody	Nesvítí	Vzhledová vada	Vlhkost	Parametry výrobce	1	4	1	4						
				Teplota		3	4	1	12						
				Špatné uchycení kabelu	Vizuální test	4	4	1	16						

Výstupem z metody FMEA je nalezení kritických míst na součástech, která mají číslo RPN vyšší než 100. Tyto problematická místa budou dále simulována a kontrolována zda jsou splněny hodnoty v daných mezích. Jestliže výsledky nebudou splňovat kritéria, bude navrženo a provedeno opatření.

12 Simulace

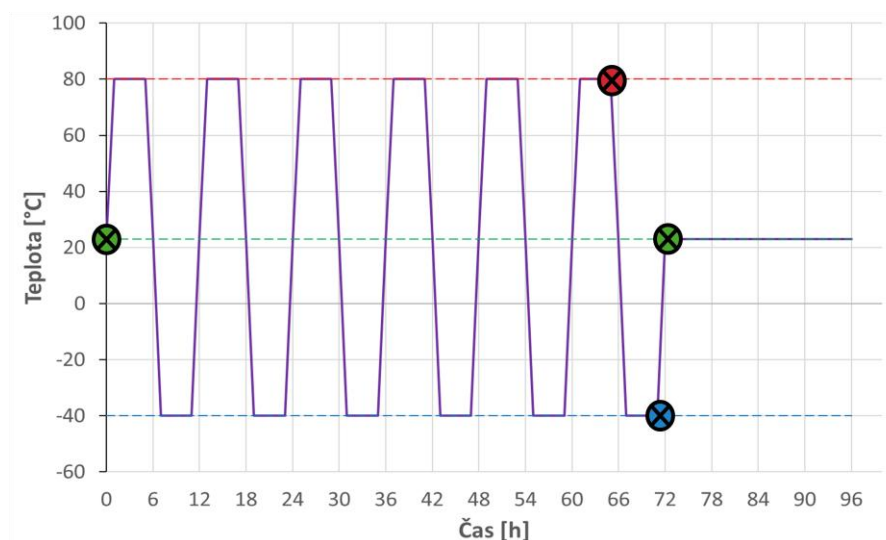
12.1 PV1200

12.1.1 Úvod

Dále bude koncept testován zkouškou PV 1200 (zkouška teplotním namáháním). Zkouška je používána jako simulace provozu při extrémních teplotách. [26], [29] Skládá ze dvou částí:

- Vyhodnocení deformací (vliv creepu)
- Vyhodnocení vzhledových spár

Creepová zkouška je tvořena 6 cykly. Počátek a konec periody je ve 23 °C. Cyklus střídá teploty maximální 80 °C a minimální -40 °C [29].

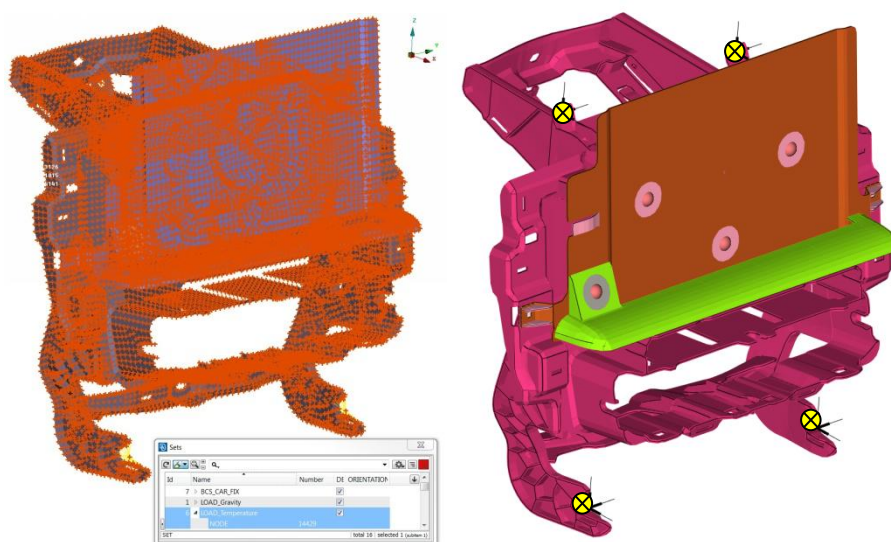


Obrázek 36 – Cyklus creepové zkoušky

Materiál PP s 20% talku použitý při analýze má popsány creepové vlastnosti lineárním viskoelastickým modelem, který popisuje creepovou křivku pomocí mocninné řady. Elasticita je popsána pomocí modulu pružnosti E [MPa] a Poissonovy konstanty μ [-] pro jednotlivé teploty T [°C]. Tepelná dilatace je dána konstantou teplotní roztažnosti α [1/K]. Okrajové podmínky zamezují posunutí ve všech směrech. Jsou znázorněny křížkem ve žlutém poli (viz obr. č. 37). Uložení v těchto místech je zvoleno z důvodu omezené možnosti využití dílů palubní desky. Tepelné zatížení působí na všechny uzly sítě modelu. Výdrž na spodní a horní teplotní hranici je 5 hodin. [29]

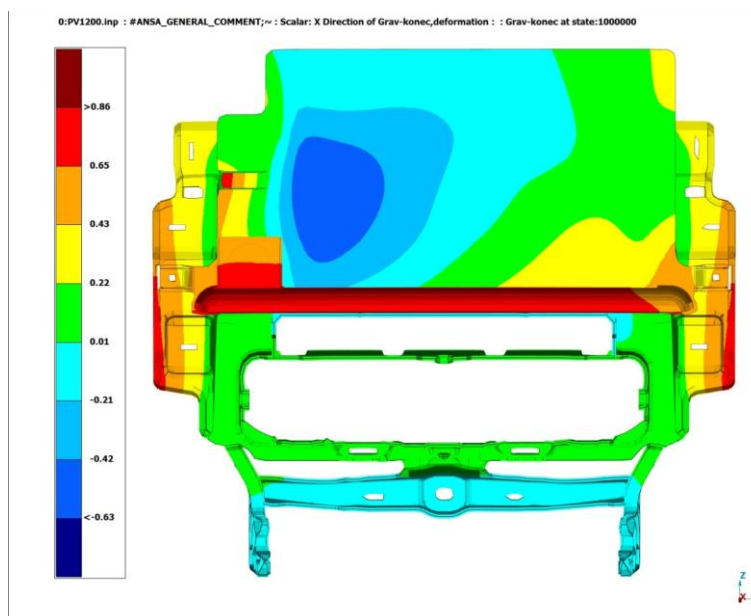
12.1.2 Vliv creepu

Výstupem z analýzy jsou hodnoty posunutí ve stavech po gravitaci, v posledním stavu cyklu při 80 a -40 stupních celsia a na konci zkoušky při pokojové teplotě 23 °C. Směrodatný parametr je vliv creepu, který je spočten rozdílem stavu konce zkoušky a gravitací. Deformace je vždy zaznamenána ve třech osách (X, Y, Z) a jako výslednice deformací (magnituda).



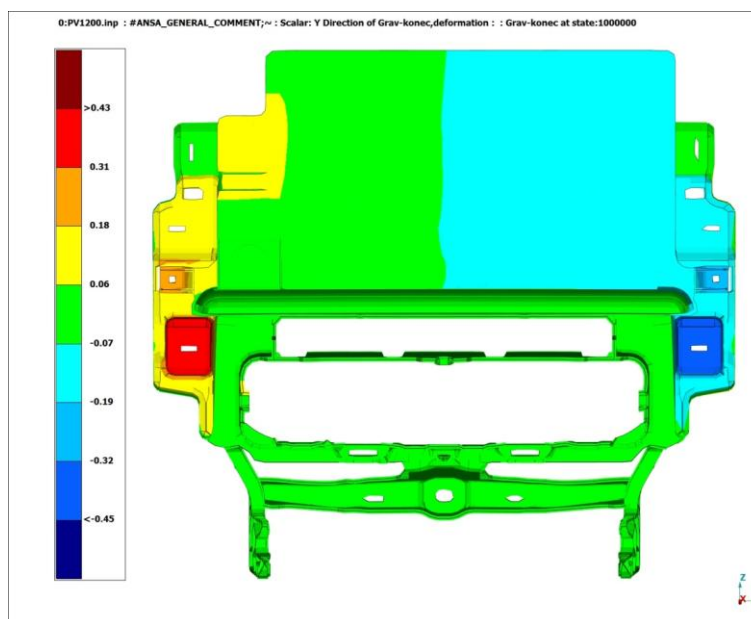
Obrázek 37 – Definování tepelného zatížení (vlevo), způsob uchycení – žluté body (vpravo)

Na výsledném posunutí vlivem creepu v ose X (viz obr. č. 38) lze vidět kladné maximální hodnoty posunutí na komponentě (tělo spodní část) s hodnotou do 0,86 mm a v záporném směru osy X v modré oblasti s hodnotou -0,63 mm.



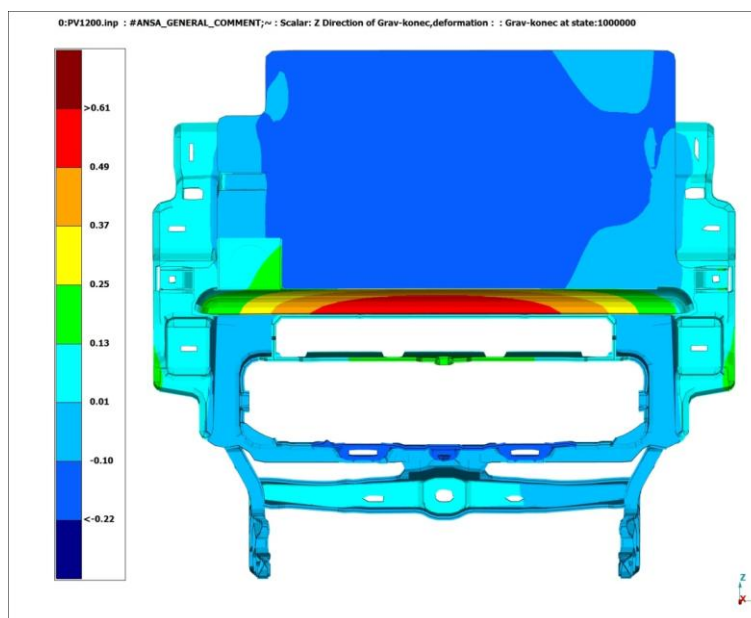
Obrázek 38 – Vliv creepu – posunutí v ose X

Z obrázku posunutí vlivem creepu v ose Y je vidět symetrické rozložení jednotlivých posunutí s maximální hodnotou 0,45 mm.



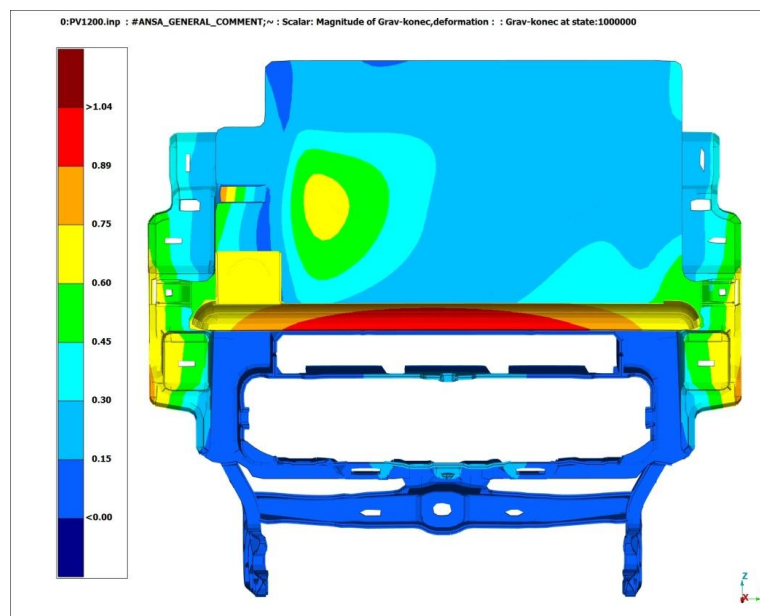
Obrázek 39 – Vliv creepu – posunutí v ose Y

Nejvíce pozorovatelnou změnou je posunutí vlivem creepu v ose Z, která způsobuje rozšíření (popř. zúžení) vzhledových spár). Maximální hodnota se vyskytuje uprostřed komponenty (tělo spodní část) a dosahuje hodnoty 0,61 mm.



Obrázek 40 – Vliv creepu – posunutí v ose Z

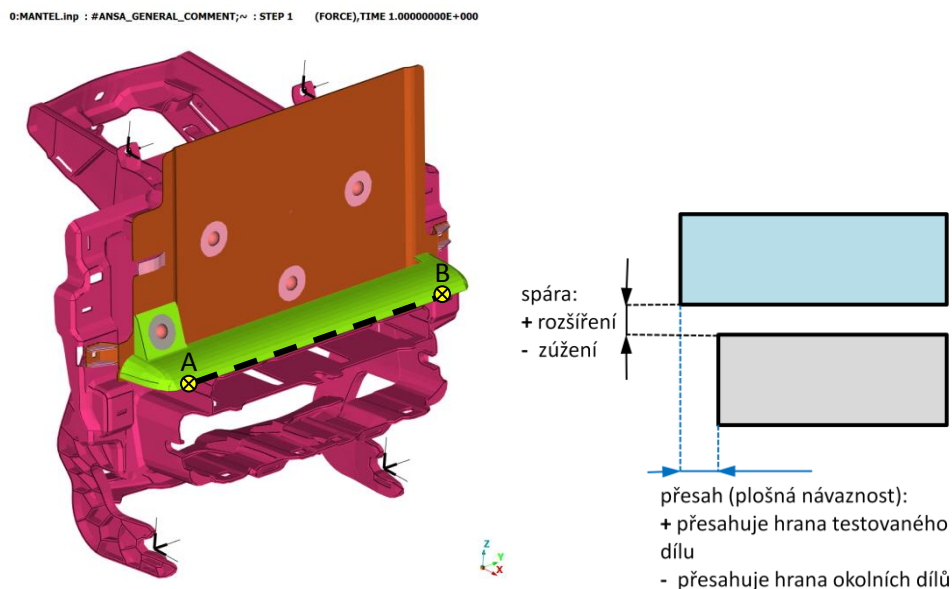
Výsledné posunutí (magnituda) vlivem creepu splňuje limitní hodnotu, která byla stanovena na 1 mm.



Obrázek 41 – Magnituda vlivu creepu

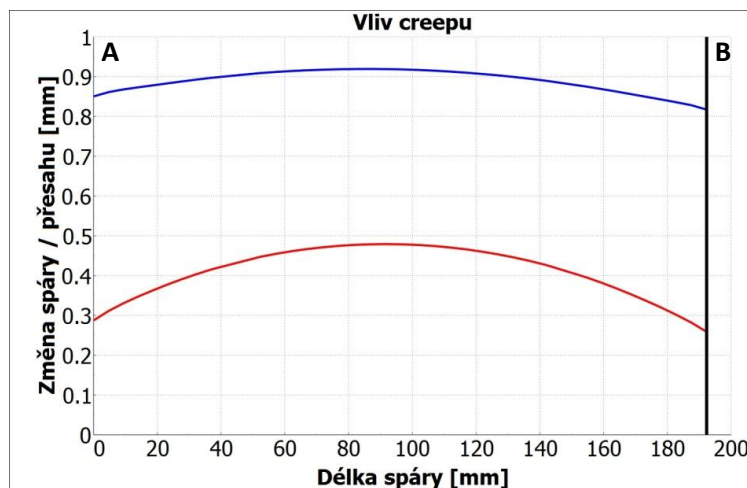
12.1.3 Vyhodnocení vzhledových spár

Druhým výstupem ze zkoušky je vyhodnocení spár po vlivu creepu. Tento typ zkoušky je realizován z důvodu estetičnosti, nikoliv z důvodu funkce. Je zde měřena aktuální vzdálenost mezi dvěma protilehlými sety.



Obrázek 42 – Oblast vyhodnocení spáry

Výstupy z obou variant jsou zaznamenávány do grafů, kde je zároveň zobrazena šířka spáry a plošná návaznost. Hodnota přesahu nabývá hodnot 0,92 mm, což splňuje daná kritéria. Kritérium je zde 1 mm.

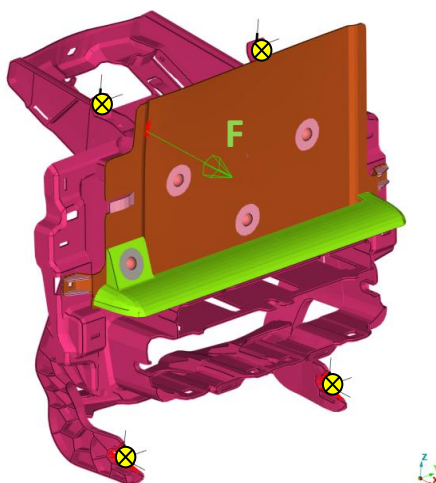


Obrázek 43 – Diagram změny spár/přesahů na stavu - vliv creepu

12.2 Silové zatížení

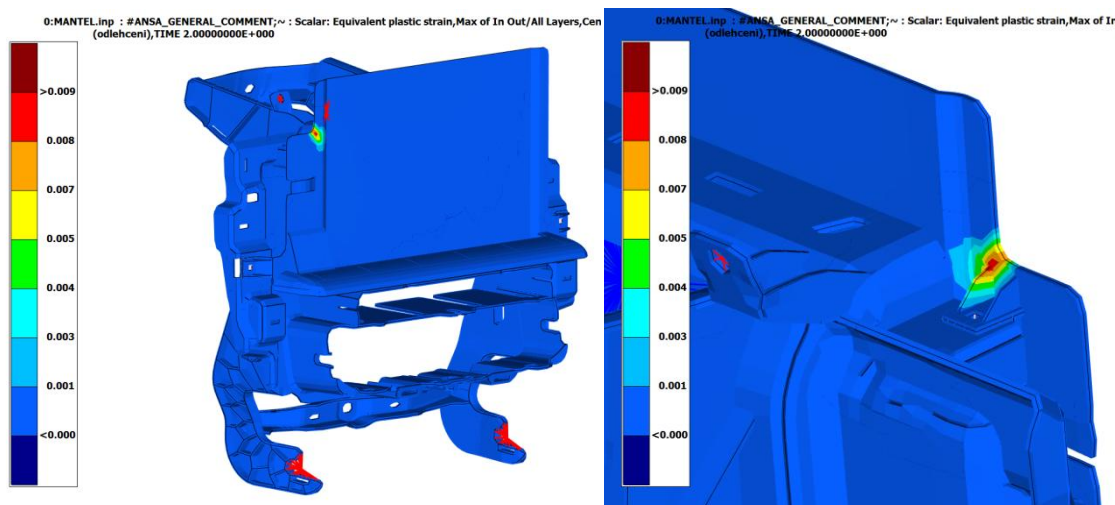
Zařízení je testováno na zatížení 100 N, jako simulace při vyjmutí zařízení, popřípadě zapření o držák. V první části je součást pozvolně namáhána až do maximálního zatížení 100 N. V druhé části výpočtu nastává odlehčení a odečtení daných hodnot. Odečítané hodnoty jsou zbytková deformace a plastické přetvoření. Simulace je prováděna při pokojové teplotě 23 °C. Materiálový model je použit elastoplastický z důvodu možného použití pro velké deformace. Deformační křivka je definována až do stavu porušení materiálu. [26] Elastická část obsahuje modul pružnosti E [MPa], Poissonovu konstantu μ [-], hustotu ρ [g/cm³] a plastickou část definovanou deformační křivkou pro teplotu 23 °C.

0:MANTEL.Inp : #ANSA_GENERAL_COMMENT;~ : STEP 1 (FORCE),TIME 1.00000000E+000



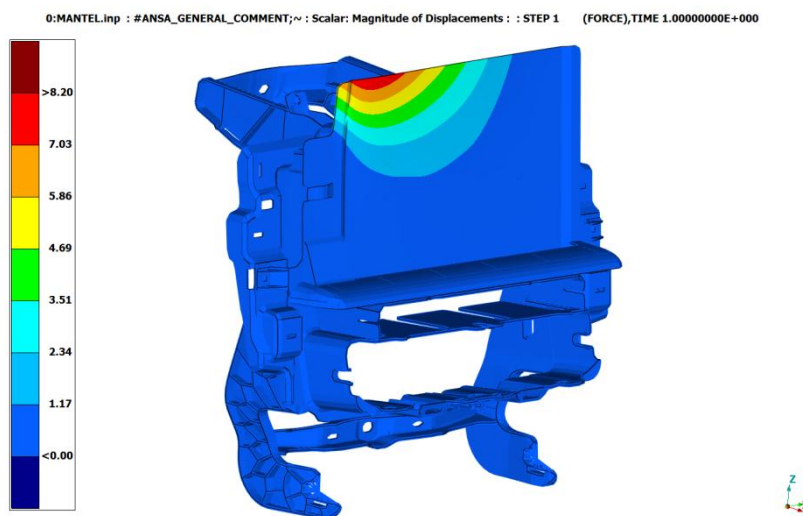
Obrázek 44 – Zatížení silou 100 N a způsob uložení – žluté body

Maximální hodnota ekvivalentního plastického přetvoření na konci zkoušky je rovna 0,009. Hodnota nedosahuje kritických hodnot, které způsobují bělení plastů popřípadě prasknutí.



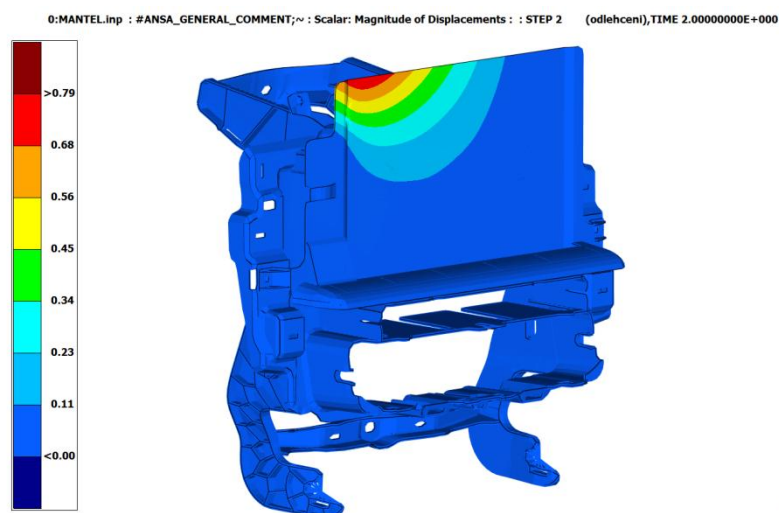
Obrázek 45 – Ekvivalentní plastické přetvoření

Hodnota posunutí při maximálním zatížení je rovna 8,2 mm.



Obrázek 46 – Posunutí při maximálním zatížení

Na konci druhé části zkoušky, kdy dochází k odlehčení, je odečtena hodnota zbytkové deformace. Hodnota je rovna 0,79 mm což splňuje kritérium 1 mm.



Obrázek 47 – Zbytková deformace po odlehčení

12.3 Modální analýza

Výsledný koncept je testován na modální analýzu pro zjištění vlastních frekvencí (oblast rezonance). Vlastní frekvence závisí na hmotnosti, tuhosti a případně na tlumení. [27]

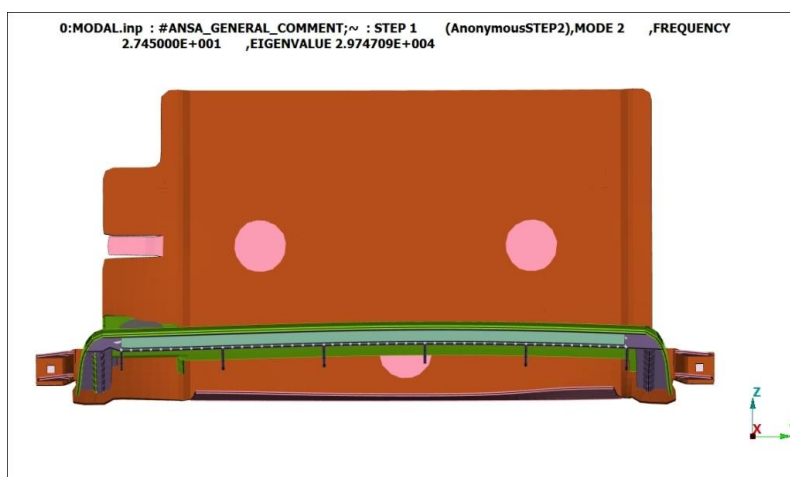
„Pokud je soustava mající vlastní frekvenci vystavena vibracím o stejné frekvenci, dochází k přetlaku vnitřní energie a soustava výrazně své vibrace zvyšuje, nastává rezonance. Rovnováhu drží pouze tlumení, bez něj by došlo k destrukci soustavy.“ [27]

Tabulka 19 – Seznam vlastních frekvencí

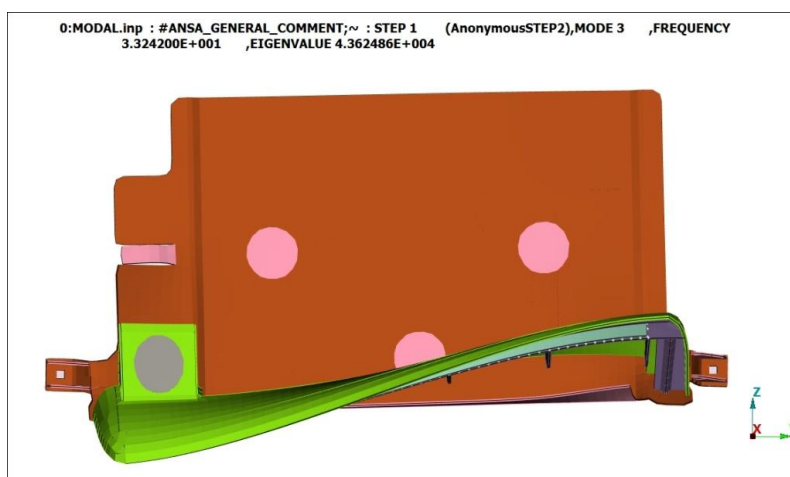
Vlastní frekvence	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cykly / čas	23,69	27,45	33,24	39,2	43,63	56,25	62,51	73,63	81,15	88,24



Obrázek 48 – První vlastní frekvence



Obrázek 49 – Druhá vlastní frekvence



Obrázek 50 – Třetí vlastní frekvence

Simulace byla provedena ve výpočetním programu Abaqus pro prvních deset vlastních frekvencí. Okrajové podmínky byly zachovány jako v předchozím případě (viz obr. 44). Výstupem z analýzy jsou obrázky vlastních tvarů kmitů pro první tři vlastní frekvence.

13 Ekonomické zhodnocení

13.1 Vlastní náklady na výrobku

Přímý materiál

Ceny vstřikovaných dílů vycházejí ze stanovených cen forem rozpočtených na jeden vyrobený kus (vyráběno celkem 100 000 ks). Formy budou potřeba dvě pro každou součást z důvodu zamezení prodlev ve výrobě. Forma pro Dil_1 byla odhadnuta na 1 400 000 Kč (28,00 Kč/ks) a pro Dil_2 na 1 000 000 Kč (20,00 Kč/ks). Zvýšené náklady dílů zaznamenané v tab. č. 20 obsahují navíc ostatní náklady spojené s výrobou daného kusu. Ceny normalizovaných součástí jsou dány dle katalogu výrobců.

Tabulka 20 – Výdaje na součástky

Název součásti	Počet kusů	Cena (Bez DPH)
Dil_1	1	28,50 Kč
Nabíjení chytrých hodinek	1	95,85 Kč
Dosedací pryž	1	8,50 Kč
Dil_2	1	20,30 Kč
Šroub M4x25	2	0,54 Kč
LED pásek	1	26 Kč
NFC tag	1	4,50 Kč
Nabíjení chytrého telefonu	1	64,32 Kč
Magnet N52 20x2	3	17,82 Kč
Celkem	12	266,33 Kč

Přímé mzdy

Mzda průměrného dělníka, který se bude podílet na výrobě, činí 100/hod.

Tabulka 21 – Výdaje na přímé mzdy

Typ součásti	Doba práce (lepení, vrtání, frézování, svařování)	Cena (bez DPH)
LED pásek	10 sec	0,28 Kč
NFC tag	5 sec	0,14 Kč
Dosedací pryž	20 sec	0,56 Kč
Magnet	15 sec	0,42 Kč
+ Doba manipulace se součástkami	45 sec	1,25 Kč
+ Doba montáže	55 sec	1,53 Kč
Celkem	150 sec	4,17 Kč

Ostatní přímé náklady – doprava, energie

Tabulka 22 – Ostatní přímé náklady

Typ nákladů	Cena (bez DPH)
Energie u obráběcích strojů	4,20 Kč
Odpisy na použité výrobní stroje	3,60 Kč
Doprava	5 Kč
Celkem	12,80 Kč

Výrobní režie

35% ze součtu přímého materiálu, přímé mzdy a ostatních přímých nákladů

Výrobní režie je $(266,33 + 4,17 + 12,80) \cdot 0,35 = 99,16 \text{ Kč}$

Správní režie

75% ze součtu přímého materiálu, přímé mzdy a ostatních přímých nákladů

Správní režie je $(266,33 + 4,17 + 12,80) \cdot 0,75 = 212,48 \text{ Kč}$

Prodejní náklady

30% ze součtu přímého materiálu, přímé mzdy a ostatních přímých nákladů

Prodejní náklady jsou $(266,33 + 4,17 + 12,80) * 0,3 = 84,99 \text{ Kč}$

13.2 Další položky pro stanovení konečné ceny pro zákazníka

Zisk

S ohledem na konkurenci 45% ze součtu všech předešlých nákladů

Zisk je $679,93 * 0,45 = 305,97 \text{ Kč}$

Obchodní rozpětí

10% ze součtu všech předešlých položek

Prodejní náklady jsou $985,90 * 0,1 = 98,59 \text{ Kč}$

DPH

a) bez DPH – součet všech předešlých položek

$985,90 + 98,59 = 1084,49 \text{ Kč}$

b) s DPH – součet všech předešlých položek + 21%

$1084,49 + 227,74 = 1312,23 \text{ Kč}$

13.3 Srovnání s konkurencí

Srovnání je provedeno vůči náhodně vybraným běžně dostupným produktům, které se vyskytují v nabídce automobilek, popřípadě jako dokoupitelné zařízení. V tabulce jsou z pohledu dané inovace zaznamenána kritéria jako velikost displeje, způsob uchycení, využitelnost softwaru, bezpečnost, zastarávání, přítomnost navigace, hmotnost a pořizovací ceny. Položka hmotnost není ve většině případů uváděna, ale uvádím ji zde z důvodu porovnatelnosti vůči původnímu stavu, kde bylo i v případě použití zařízení s největší úhlopříčkou dosaženo snížení hmotnosti o 22,2%. Z tabulky jsou zřejmé řádově nižší pořizovací náklady vůči vestavěným rádiím. Oproti držákům chytrých zařízení, které lze dokoupit jako zařízení externí (tzn. s uchycením mimo palubní desku), má inovace podstatně stabilnější uchycení s vyšší variabilitou, možností uchycení od malých zařízení až po zařízení s velikostí displeje 9,7" a možností rychlé compatibility.

Tabulka 23 – Porovnání s konkurenčními výrobky

Parametry									
Produkt	Typ	Velikost displeje	Uchycení	software	Bezpečnost	Zastarávání	Navigace	Hmotnost (2)	Pořizovací cena
Inovace (1)	Specifický	až 9,7"(3)	vestavěné s magnetickým držením SP	plnohodnotný bez omezení	odnímatelné zařízení	upgrade zdarma pravidelný	Zdarma	645 g (4), 385,6 g (5)	1312,23
Původní stav	OEM	7"	vestavěné	omezený	žádné - nepřetržitě v autě	za příplatek	5 500 Kč	829,2 g	20 000 Kč
VW T-Roc	OEM	8"	vestavěné	omezený	žádné - nepřetržitě v autě	za příplatek (navigace 3 roky aktualizace)	28 300 Kč	není zveřejněno	6 800 Kč
VW Golf	OEM	8"	vestavěné	propojení se SP (5200,-)	žádné - nepřetržitě v autě	za příplatek (navigace 3 roky aktualizace)	34 300 Kč	není zveřejněno	11 000 Kč
Alpine X902D-G7	2 DIN	9"	vestavěné	propojení s CarPlay a Android Auto	žádné - nepřetržitě v autě	za příplatek (navigace 3 roky aktualizace)	v ceně	není zveřejněno	42 990 Kč
ESX Naviceiver VNC720	2 DIN	7"	vestavěné	omezený	žádné - nepřetržitě v autě	aktualizace za příplatek	v ceně	není zveřejněno	25 990 Kč

Vysvětlivky: (1) Předpokládá se vlastnictví chytrého zařízení. (2) Hmotnost byla odečtena v pre-procesoru Ansa. (3) Zvyšováním využitelné plochy čelního displeje lze uchytit zařízení s větší úhlopříčkou. (4) Hmotnost s uchyceným tabletem (maximální úhlopříčka 9,7" = 390g), bez chytrého zařízení je hmotnost 255,6 g. (5) Varianta s uložením chytrého telefonu (uvažována hmotnost zařízení 130 g).

14 Závěr

Tato diplomová práce se zabývá inovací komplexního držáku rádia umístěného ve středním panelu palubní desky.

Nejprve byla provedena rešerše, která popisuje současný trh s vestavěnými rádií s projekcí do budoucna. Rozborem představených „vision“ konceptů vybraných automobilek je viditelný velký nárůst displejů v oblasti pod zorným polem řidiče. Byly aplikovány systematické metody inovačního inženýrství. Nejprve byly definovány inovační trendy, ze kterých byly vybrány trendy s největším potenciálem pro implementaci na inovační příležitosti. V příležitostech jsou promítnuty myšlenky z předchozí metody, především zapojení chytrých zařízení, popřípadě aplikování simulace topologické optimalizace pro získání ideálního poměru hmotnosti a tuhosti. Do inovačního prohlášení byl zařazen popis inovovaného produktu jako například zakomponování chytrého zařízení, které je kompatibilní se současnými úchytnými body. Klíčovým obchodním cílem je rozšířit portfolio nabízených variant o novou, levnější variantu interiérových dílů s předpokladem stejného tendenčního růstu využívání chytrých telefonů, tabletů a podobných chytrých zařízení. Generováním konceptu byly vytvořeny a popsány čtyři koncepty. Koncept A je variabilní držák, který má funkce držení chytrého zařízení s bezdrátovým dobíjením, držení chytrých hodinek s bezdrátovým dobíjením pro zvýšení variability a podsvícení pomocí LED pásku. Koncept B je zařízení s výsuvnými klipy pro uchycení chytrého zařízení. Nad zařízením je umístěno sklopné sklíčko s funkcí transformace informace. Koncept C je výsuvný teleskopický držák s funkcí držet a natáčet zařízení i mimo vestavěný prostor přístrojové desky. Koncept D je sklopný držák, který umožňuje uchycení chytrého zařízení a sklopení těla držáku, za kterým je umístěn bezpečnostní prostor. Výběr konceptů byl proveden metodou AHP pomocí 5 kritérií (bezpečnost, údržba, kompatibilita, montáž, výrobitelnost). Vítězným konceptem se stal koncept A s celkovou prioritou 28,5 %. Na tento koncept byla aplikována metody DFX. Metodou DFA Lucas bylo vylepšeno původní řešení zvýšením efektivnosti návrhu sestavy (z 35,7% na 41,7%) a zároveň snížením poměru pomocných a spojovacích operací. Vylepšení spočívá ve snížení komponent a přechodu z mechanického uchycení na magnetické. Následně byly popsány použité konstrukční prvky a zásady, které jsou nezbytné při metodě vstřikování plastů. Hodnotovou analýzou byly rozděleny funkce komponent do tří funkcí – potřebné, estetické a škodlivé. Funkcím byly spočteny poměrné náklady a tyto náklady byly poté zaznamenány v grafu četnosti. Hlavní funkce nabíjení a držení chytrého zařízení se vyskytuje v 40%. Metodou FMEA

bylo upozorněno na možná problematická místa, u kterých hodnoty RPN překročily hodnotu 100. Byly provedeny analýzy vlivu cyklického tepelného zatížení (vliv creepu), zatížení silou za roh součásti a modální analýza. Výstupem z teplotní analýzy jsou stavy posunutí v jednotlivých osách (X, Y, Z a magnituda). Hodnota posunutí vlivem creepu po cyklickém tepelném zatížení splňuje kritérium 1 mm. Zároveň byla vyhodnocena vzhledová spára zaznamenaná na grafu (viz obr. č. 43), kde pro spáru i přesah bylo kritérium 1 mm splněno. Po zatížení silou 100 N byla hodnota ekvivalentního plastického přetvoření rovna 0,009 a zároveň byla odečtena hodnota zbytkové deformace, která splnila kritérium 1 mm (rovna 0,79 mm). Následně byla provedena modální analýza pro prvních 10 vlastních frekvencí a zaznamenány první tři tvary kmitů. Na závěr byla stanovena cena pro koncového zákazníka se zohledněním vlastních nákladů na výrobu a dalších položek pro stanovení ceny pro zákazníka. Cena byla vypočtena na 1312,23 Kč včetně DPH. Následně byly porovnány vlastnosti výsledného produktu s konkurenčními variantami a hmotnost vůči původní variantě, kde bylo docíleno snížení o 22,2% (varianta s uchycením tabletu s maximálními rozměry – 9,7“). Výkresová dokumentace obsahuje sestavu s výrobními výkresy jednotlivých součástí.

Výsledným řešením inovace je variabilní držák tvořený dvěma základními díly, které jsou spojeny šroubovým spojením. Funkce držáku je držení chytrého zařízení pomocí magnetů s bezdrátovým dobíjením, magnetickým uchycením chytrých hodinek s bezdrátovým dobíjením, LED pod-svícením a NFC tagem. Toto řešení snižuje pravděpodobnost loupeže vzhledem k snadné odnímatelnosti zařízení. Dále bylo zjištěno zásadní snížení ceny za předpokladu použití vlastního zařízení, které obsahuje aplikaci s bezplatnou navigací. Prostřednictvím uchycení chytrého zařízení s úhlopříčkou do 9,7“ (s trendem zvyšování využitelnosti čelní plochy i vyšší) a uchycení chytrých hodinek s magnetickým bezdrátovým dobíjením, které byly zakomponovány jako reakce na rozbor trendů a potřeby zákazníků, byla zvýšena kompatibilita. NFC tag je použit pro rychlou konfiguraci chytrého zařízení na přednastavený stav a LED podsvícení pro nižší zátěž očí při snížené viditelnosti (viz identifikace trendů str. 22). Rychlé zastarávání softwaru, absence plnohodnotné kompatibility a pomalá reakce na vývoj trhu je eliminována využitím chytrého zařízení, které má v současné době nejnovější systém s nejaktuálnějšími funkcemi na trhu v oblasti elektronických zařízení.

Seznam použité literatury

- [1] MAŠÍN, Ivan. *Inovační inženýrství: plánování a návrh inovovaného výrobku*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-852-6.
- [2] LEPŠÍK, Petr a Jan VODIČKA. *Plánování a řízení společných projektů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-920-2.
- [3] LEPŠÍK, Petr a Ivan MAŠÍN. *Nástroje řízení projektů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-854-0.
- [4] MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-865-6.
- [5] 1 DIN a 2DIN autorádia - očima odborníka. *TONYSTORE.cz* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://www.tonystore.cz/1-DIN-a-2DIN-autoradia-ocima-odbornika>
- [6] Autorádia. *Ahifi.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.ahifi.cz/autoradia/#>
- [7] Od rádia po internet aneb jak se vyvíjela autorádia v multimediální systémy. *Auto-mania.cz* [online]. 2018 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://auto-mania.cz/od-radia-po-internet-aneb-jak-se-vyvijela-autoradia-v-multimedialni-systemy/>
- [8] Single DIN Car Stereo Receiver FM AM Radio USB SD Car DVD CD Player for Universal 1 Din Autoradio Audio Car Accessories With Remote Control. In: *EinCar* [online]. 2016 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.eincar.com/car-audio/1-din-car-stereo/single-din-car-stereo-receiver-fm-am-radio-usb-sd-car-dvd-cd-player-for-universal-1-din-autoradio-audio-car-accessories-with-remote-control.html>
- [9] Pioneer 1.5 DIN GM/Chrysler-Fit CD Player. In: *Newegg* [online]. 2019 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.newegg.com/Product/Product.aspx?Item=N82E16882117101>
- [10] Autorádio ESX Naviceiver VN830-SK-OC3 pro Škoda Octavia III: 2DIN autorádio s 8" dotykovým displejem pro vozy Škoda Octavia III. In: *Ahifi.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.ahifi.cz/autoradio-esx-naviceiver-vn830-sk-oc3.html>

- [11] Autorádio s vyjížděcím LCD Pioneer AVH-Z7100DAB. In: *Ahifi.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: https://www.ahifi.cz/autoradio-s-vyijzdecim-lcd-pioneer-avh-z7100dab.html?gclid=Cj0KCQiAnNXiBRCoARIsAJe_1cq4_9i2CjWNwQd1nD5t-230rh7WHZJ3TLdCNQ5CJRnEgS7kmDznrocaApFBEALw_wcB
- [12] New Tesla Dashboard Concept Rendering. In: *Insideevs.com* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://insideevs.com/new-tesla-dashboard-concept-rendering/>
- [13] Volvo Says Self-Driving Cars Don't Have to Look Like Clown Cars. In: *Recode.net* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.recode.net/2015/11/18/11620774/volvo-finds-new-lens-on-autonomous-driving-the-luxury-of-reclaimed>
- [14] BMW shares vision for future car interiors: Automotive digitisation. In: *BURO.* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://www.buro247.me/lifestyle/cars/bmw-shares-vision-for-future-car-interiors.html>
- [15] *Rešeršní databáze: Patenty a užité vzory* [online]. 2018 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://isdv.upv.cz/webapp/!resdb.pta.frm>
- [16] *Držák mobilního telefonu v automobilech*. 2015. Česká republika. 28961 Užité vzor. Zapsáno 14. 12. 2015.
- [17] *Zabezpečovací zařízení pro autorádia*. 1998. Česká republika. 8113 Užité vzor. Zapsáno 14. 12. 1998.
- [18] *Držák na přenosný elektronický přístroj s displejem*. 2017. Česká republika. 2017-278. Zapsáno 18. 05. 2017.
- [19] *Držák elektronického přístroje*. 2011. Česká republika. 2011-99. Zapsáno 25. 02. 2011.
- [20] *Vymezovací rámeček autorádia*. 2016. Česká republika. 2016-114. Zapsáno 26. 02. 2016.
- [21] 204M Smartphone Users In India By 2016. Will Surpass US: EMarketer. In: *Trak.in* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://trak.in/tags/business/2014/12/23/smartphone-users-india-global-growth-chart/>

- [22] DisplaySearch: Tabletům dominují modely s úhlopříčkou menší než 9“: Graf 1: Prodeje mobilních počítačů v letech 2012 - 2017 (v tis. kusech). In: *Channelworld.cz* [online]. [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://channelworld.cz/hardware/displaysearch-tabletum-dominuji-modely-s-uhloprickou-mensi-nez-9-9272>
- [23] BOBEK, Jiří. Vstřikovací formy pro zpracování termoplastů: Základní principy konstrukce plastových dílů. 2016. ISBN 978-80-88058-65-6.
- [24] KELLER, Petr. Aditivní výroba: Rapid prototyping.
- [25] Android Auto Google Mapy i Asistent ve vašem autě. In: *Fdrive* [online]. 25. 08. 2018 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/test-android-auto-google-mapy-i-asistent-ve-vasem-aute-2660>
- [26] HORNIK, Petr. *EXPERIMENTÁLNÍ METODIKA STANOVENÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ HOUŽEVNATÝCH PLASTŮ*. Liberec, 2014. Autoreferát disertační práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Doc. Ing. Antonín Potěšil, CSc.
- [27] TOMEH, Elias a Pavel NĚMEČEK. *Technická diagnostika základních závad strojů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010.
- [28] VW 010 55. *Reference Point System - RPS*. VOLKSWAGEN, 1996.
- [29] PV1200. Vehicle Parts: Testing of Resistance to Environmental Cycle Test (+80/-40) °C. Volkswagen, 2004.
- [30] Šrouby do termoplastů. *Screwwerk* [online]. 2018 [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://de.screwwerk.com/cs/products/stp.html>

PŘÍLOHA – Metoda AHP

Je zde uveden kompletní seznam použitých tabulek k vyhodnocení metody AHP (viz tab. 1 – 10).

Příloha 1 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Bezpečnost

Koncept	A	B	C	D
A	1	1	3	1
B	1	1	3	1
C	0,33	0,33	1	0,33
D	1	1	3,00	1
Součet	3	3	10	3

Příloha 2 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Bezpečnost

Koncept	A	B	C	D	Průměr
A	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
B	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
D	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Součet	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Příloha 3 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Údržba

Koncept	A	B	C	D
A	1	5	3	1
B	0,2	1	0,33	0,33
C	0,33	3	1	0,33
D	1	3	3	1
Součet	3	12	7	3

Příloha 4 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Údržba

Koncept	A	B	C	D	Průměr
A	0,39	0,42	0,41	0,38	0,40
B	0,08	0,08	0,05	0,13	0,08
C	0,13	0,25	0,14	0,13	0,16
D	0,39	0,25	0,41	0,38	0,36
Součet	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Příloha 5 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Kompatibilita

Koncept	A	B	C	D
A	1	5	3	1
B	0,2	1	0,33	1
C	0,33	3	1	3
D	1	1,0	0,33	1
Součet	3	10	5	6

Příloha 6 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Kompatibilita

Koncept	A	B	C	D	Průměr
A	0,39	0,50	0,64	0,17	0,43
B	0,08	0,10	0,07	0,17	0,10
C	0,13	0,30	0,21	0,50	0,29
D	0,39	0,10	0,07	0,17	0,18
Součet	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Příloha 7 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Montáž

Koncept	A	B	C	D
A	1	1	2	1
B	1	1	3	1
C	0,5	0,33	1	0,33
D	1	1	3	1
Součet	4	3	9	3

Příloha 8 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Montáž

Koncept	A	B	C	D	Průměr
A	0,29	0,30	0,22	0,30	0,28
B	0,29	0,30	0,33	0,30	0,30
C	0,14	0,10	0,11	0,10	0,11
D	0,29	0,30	0,33	0,30	0,30
Součet	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

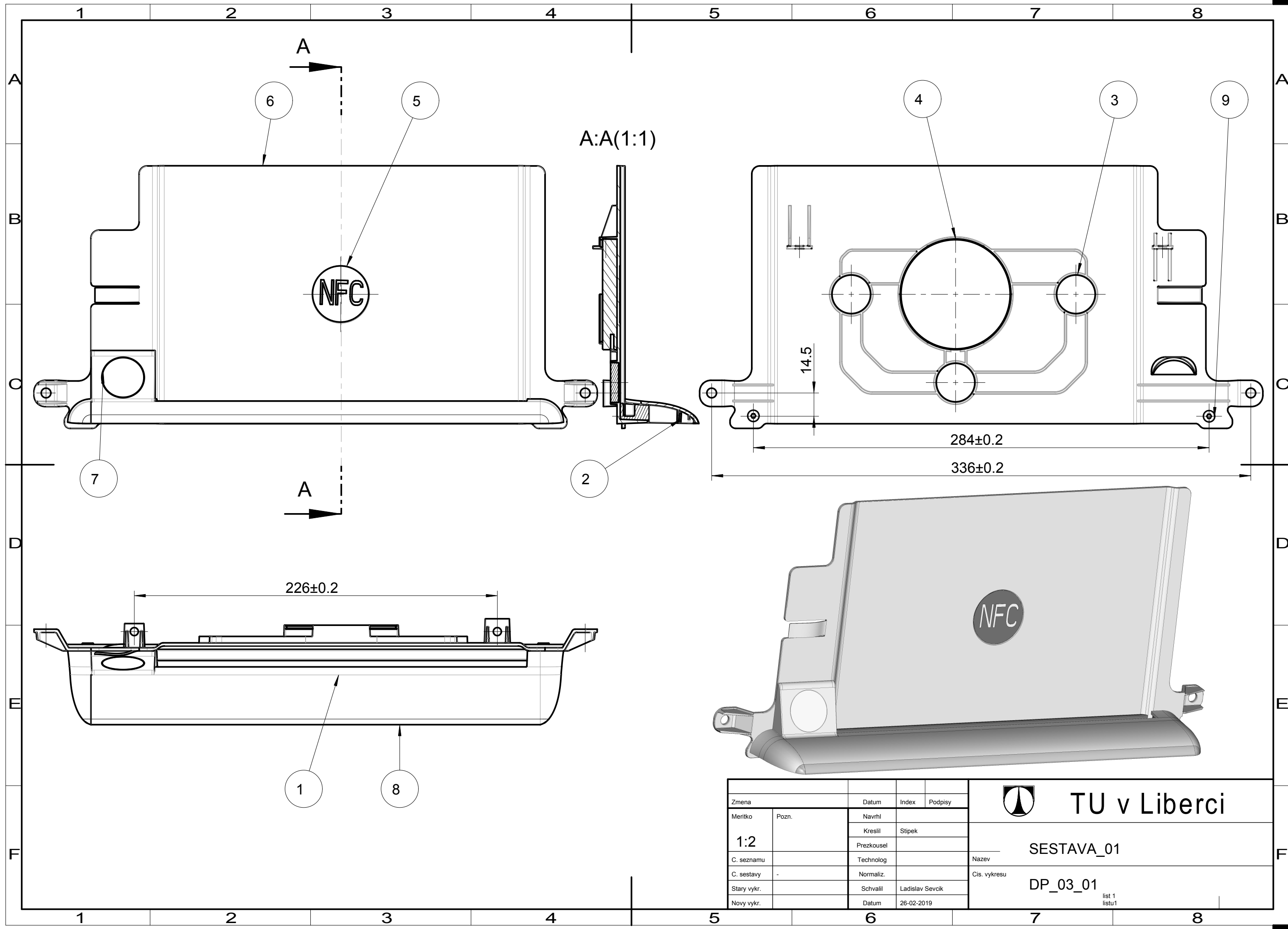
Příloha 9 - Matice párového porovnání konceptů podle kritéria Vyrobitelnost

Koncept	A	B	C	D
A	1	1	5	3
B	1	1	3	3
C	0,2	0,33	1	0,33
D	0,33	0,33	3	1
Součet	3	3	12	7

Příloha 10 - Normálová matice párového porovnání konceptů podle kritéria Vyrobitelnost

Koncept	A	B	C	D	Průměr
A	0,39	0,38	0,42	0,41	0,40
B	0,39	0,38	0,25	0,41	0,36
C	0,08	0,13	0,08	0,05	0,08
D	0,13	0,13	0,25	0,14	0,16
Součet	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

9	Šroub STS-plus KN6039 4x25 - T20	-	-	2
		POZINKOVANA OCEL	-	ks.
8	NABIJENI_2	-		1
	-	-	-	ks.
7	Díl_1	-	DP_03_02	1
	-	PP_TD20	-	ks.
6	Díl_2	-	DP_03_03	1
	-	PP_TD20	-	ks.
5	NFC_TAG	-	-	1
	-	-	-	ks.
4	NABIJENI_1	-	-	1
	-	-	-	ks.
3	MAGNET N52	-	-	3
	-	NEODYM (FeNdb)	-	ks.
2	LED_PASEK	-	-	1
	-	ABS	-	ks.
1	PRYZ DOSEDACI	-	-	1
	-	PRYZ	-	ks.
ODK.	OZNACENI	POLOTOVAR	VYKRES	MN.
	CIS. ZASOBNIKU	MATERIAL	POZNAMKA	JED.



Zmena		Datum	Index	Podpisy
Meritko	Pozn.	Navrhl		
1:2		Kreslil	Stipek	
C. seznamu		Prezkousel		
C. sestavy	-	Technolog		
Stary vykr.		Normaliz.		
Novy vykr.		Schvalil	Ladislav Sevcik	
		Datum	26-02-2019	



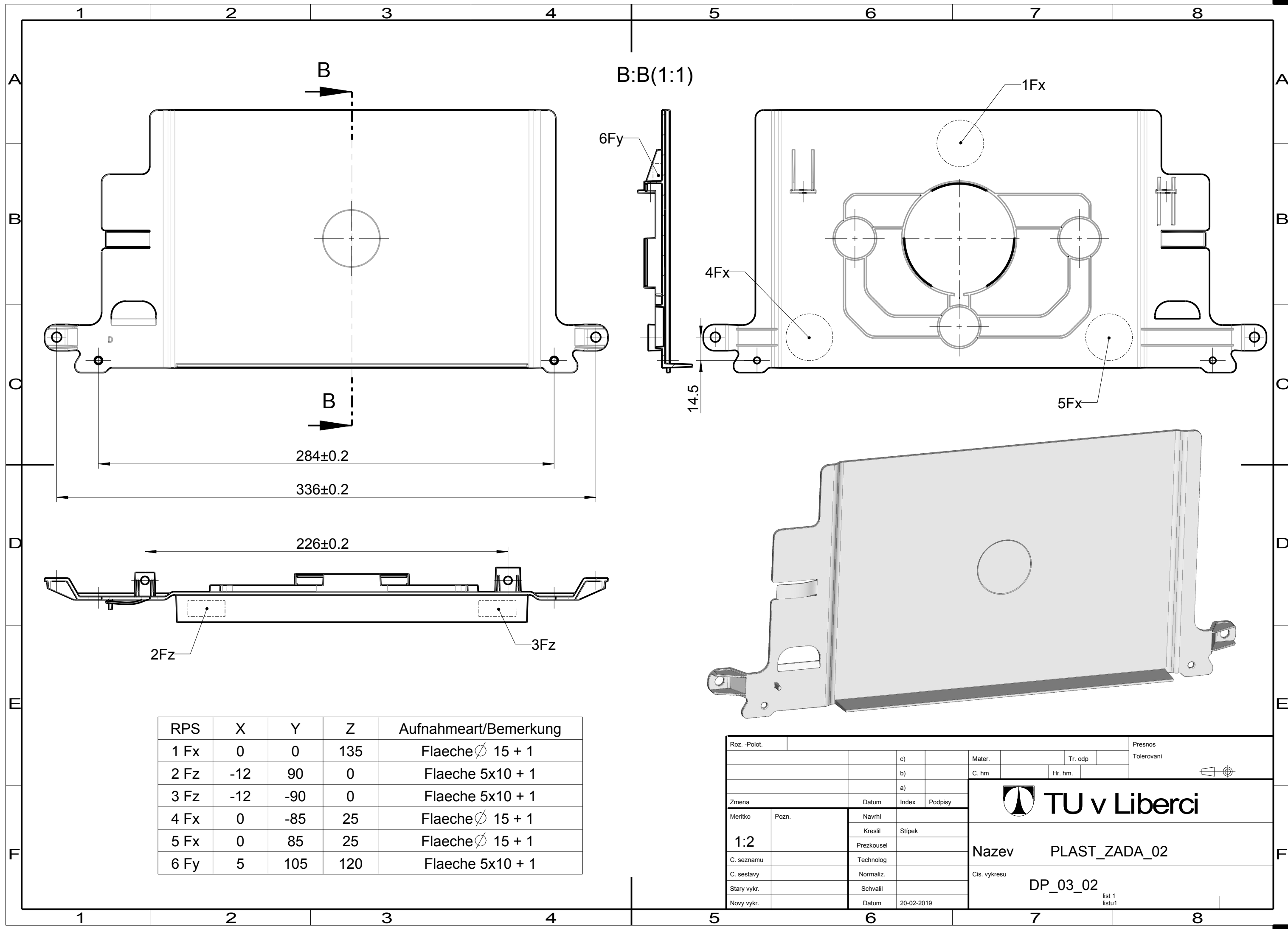
TU v Liberci


SESTAVA_01

DP_03_01

list 1

listu1



Roz. -Polot.						Presnos	
		c)		Mater.		Tr. odp	Tolerovani
		b)		C. hm		Hr. hm.	
		a)					
Zmena		Datum	Index	Podpisy	<div> TU v Liberci</div>		
Meritko	Pozn.	Navrhl					
		Kreslil					
		Prezkousel					
		Technolog					
C. seznamu		Normaliz.		Nazev			
C. sestavy		Schvalil		Cis. vykresu			
Stary vykr.		Datum	20-02-2019	DP_03_02			
Novy vykr.				list 1 listu1			